

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1920-1921

N° 101

DE LA VALEUR COMPARÉE
des Méthodes palpatoire, auscultatoire et de l'oscillométrie
POUR LA DÉTERMINATION
DE LA TENSION ARTÉRIELLE MAXIMUM CHEZ L'HOMME
(ÉTUDE EXPÉRIMENTALE ET CRITIQUE)

Travail du Laboratoire de Physiologie du Professeur Pachon

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Lundi 4 Juillet 1921

PAR

Jean - Roger FABRE

Né le 26 Juillet 1894 à Sainte-Bazeille (Lot-et-Garonne)

PRÉPARATEUR DE PHYSIOLOGIE

« Le rôle de la critique sérieuse et vraiment utile n'est pas d'opposer des faits à des faits, mais de chercher les raisons des divergences apparentes dans les résultats, et d'établir par là les conditions exactes des phénomènes », (Cl. BERNARD, *Liquides de l'organisme*.)

Examineurs de la Thèse :	{	MM. PACHON	professeur. Président
		VERGER	professeur.)
		DELAUNAY	agréé.....) Juges
		CREYX	agréé.....

BORDEAUX

IMPRIMERIE MODERNE — A. DESTOUT AINÉ & C^{ie}

139, Rue Sainte-Catherine & 8, Rue Paul-Bert

1921

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

UNIVERSITE DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1920-1921

N° 101

DE LA VALEUR COMPARÉE
des Méthodes palpatoire, auscultatoire et de l'oscillométrie
POUR LA DÉTERMINATION
DE LA TENSION ARTÉRIELLE MAXIMUM CHEZ L'HOMME
(ÉTUDE EXPÉRIMENTALE ET CRITIQUE)

Travail du Laboratoire de Physiologie du Professeur Pachon

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Lundi 4 Juillet 1921

PAR

Jean - Roger FABRE

Né le 26 Juillet 1894 à Sainte-Bazeille (Lot-et-Garonne)

PRÉPARATEUR DE PHYSIOLOGIE



« Le rôle de la critique sérieuse et vraiment utile n'est pas d'opposer des faits à des faits, mais de chercher les raisons des divergences apparentes dans les résultats, et d'établir par là les conditions exactes des phénomènes ». (Cl. BERNARD, *Liquides de l'organisme*.)

Examineurs de la Thèse :	{	MM. PACHON	professeur. Président
		VERGER	professeur. }
		DELAUNAY	agrégé..... } Juges
		CREYX	agrégé..... }

BORDEAUX

IMPRIMERIE MODERNE — A. DESTOUT AINÉ & C^{ie}

139, Rue Sainte-Catherine & 8, Rue Paul-Bert

1921

Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux

M. SIGALAS Doyen

PROFESSEURS :

MM. LANELONGUE, BADAL, JOLYET, PITRES, GUILLAUD, Professeurs honoraires

MM.	MM.
Clinique interne. { ARNOZAN	Médecine expérimentale. FERRÉ
CASSAËT	Clinique ophtalmologique. LAGRANGE
Clinique externe. { CHAVANNAZ	Clinique chirurgicale infantile et Orthopédie DENUCÉ
VILLAR	Clinique gynécologique BÉGOUIN
Pathologie et thérapeutique générales. CRUCHET	Clinique médicale des maladies des enfants MOUSSOUS
Clinique d'accouchements. RIVIÈRE	Chimie biologique. DENIGES
Anatomie pathologique. SABRAZES	Physique pharmaceutique. SIGALAS
Anatomie. PICQUÉ (chargé)	Pathologie exotique. LE DANTEC
Anatomie générale et histologie. G. DUBREUIL	Clinique des maladies cutanées et syphilitiques. W. DUBREUILH
Physiologie. PACHON	Clinique des maladies des voies urinaires. POUSSON
Hygiène. AUCHÉ	Clinique psychiatrique. ABADIE
Médecine légale. VERGER	Clin. d'oto-rhino-laryngologie. MOURE
Physique biologique et Clinique d'électricité médicale. BERGONIÉ	Toxicologie. BARTHE
Chimie. CHELLE	
Botanique et matière médicale. BEILLE	
Pharmacie. DUPOUY	
Zoologie et Parasitologie. MANDOU	

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

MM.	MM.
Anatomie. PRINCETEAU	Médecine générale. { LEURET
Anatomie et embryologie. { PICQUE	DUPERIÉ
N...	CREYX
Histologie. LACOSTE (chargé)	N...
Physiologie. DELAUNAY	Maladies mentales. PERRENS
Anatomie pathologique. MURATET	Médecine légale. LANDE
R. SIGALAS (chargé)	GUYOT
Parasitologie et Sciences natur". N...	Chirurgie générale. { ROCHER
Physique biologique et médicale. RÉCHOU	DUVERGEY
Chimie biologique et médicale. N.	PAPIN
PETGES	PERY
Médecine générale. { J. CARLES	Obstétrique. { FAUGÈRE
MAURIAC	Ophtalmologie. TEULIÈRES
	Pharmacie. LABAT

CHARGÉS DE COURS :

Cours de Clinique dentaire.	MM. CAVALIÉ
Cours complémentaire de Thérapeutique et Pharmacologie.	J. CARLES
Cours complémentaire de Médecine opératoire.	VENOT
Cours complémentaire d'Accouchements.	FAUGÈRE
Cours complémentaire d'Ophtalmologie.	CABANNES
Cours complémentaire de Puériculture.	ANDERODIAS
Cours complémentaire de Climatologie et Hydrologie médicale.	SELLIER
Cours complémentaire d'Hygiène appliquée.	N.
Cours complémentaire d'Analyse chimique qualitative et quantitative.	N.
Cours complémentaire de démonstrations et préparations pharmaceut".	LABAT
Cours complémentaire de Microbiologie.	N...
Cours complémentaire de Vénérologie.	PETGES
Cours complémentaire de Pathologie interne.	MAURIAC
Cours complémentaire de Pathologie externe.	GUYOT

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entendue leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

A MA GRAND'MÈRE

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

AUX MIENS — A MES AMIS

A MES CAMARADES ET AMIS

Morts pour la France

A MES MAITRES (AUX ARMÉES)

MM. les Docteurs

PAUL DESCOMPS, F. GADAUD, CHARBONNEL

A TOUS MES MAITRES

DE LA FACULTÉ DES SCIENCES, DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DES HÔPITAUX

A tous ceux qui, à l'Hôpital complémentaire 4, furent les artisans de ma guérison. Faible témoignage d'une reconnaissance infinie.

A MON MAÎTRE ET MÉDECIN-CHEF A L'AMBULANCE CHIRURGICALE
AUTOMOBILE 6

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ J. GUYOT

CHIRURGIEN DES HOPITAUX DE BORDEAUX

MEMBRE CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ DE CHIRURGIE

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

DÉCORÉ DE LA CROIX DE GUERRE

OFFICIER DE L'ORDRE DE SAINTE-ANNE DE RUSSIE

Qui par sa science et son dévouement
m'a arraché à la mort.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BERGONIE

PROFESSEUR DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DE BORDEAUX

MEMBRE CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT (ACADÉMIE DES SCIENCES)

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Dont le réconfort moral de chaque instant
m'a été d'un si précieux secours.

A MONSIEUR LE DOCTEUR OZIER

A MON AMI LE DOCTEUR G. JEANNENEY

En souvenir d'heures inoubliables.

A MON MAÎTRE ET BIENFAITEUR

MONSIEUR LE PROFESSEUR C. SIGALAS

DOYEN DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

MEMBRE CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

ADJOINT AU MAIRE DE BORDEAUX, DÉLÉGUÉ A L'INSTRUCTION PUBLIQUE

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Que l'homme éminent qui m'a donné tant de preuves de sa bienveillante sollicitude et qui a si paternellement guidé mes pas dans l'étude de la médecine, veuille bien recevoir ici le témoignage de ma filiale reconnaissance et de ma profonde affection.

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR V. PACHON

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE BORDEAUX

MEMBRE CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

L'âme de ce travail.

MON CHER MAITRE,

Par votre enseignement constant, si clair, si lumineux, si captivant, et qui, au laboratoire comme à l'amphithéâtre, a contribué avec tant de force à ma formation et à mon orientation scientifiques, vous avez tracé sur moi une empreinte qui ne pourra s'effacer.

Qu'il me soit permis d'apporter ici, à l'homme, au maître et au savant, l'hommage de ma sincère admiration, de ma profonde reconnaissance et de mon respectueux attachement.

DE LA VALEUR COMPARÉE
des Méthodes palpatoire, auscultatoire et de l'Oscillométrie
POUR LA DÉTERMINATION
DE LA TENSION ARTÉRIELLE MAXIMUM CHEZ L'HOMME

(ÉTUDE EXPÉRIMENTALE ET CRITIQUE)

INTRODUCTION

L'étude de la mesure de la tension artérielle chez l'homme préoccupe particulièrement dans la période contemporaine, et avec juste raison, les physiologistes et les médecins.

Divers procédés sont actuellement employés, mais en réalité trois méthodes restent essentiellement en présence, chacune avec son cortège de défenseurs et d'adversaires convaincus.

1° Le *procédé de Riva-Rocci* (compression circulaire d'un segment de membre et exploration de la pulsation en aval).

2° La *méthode auscultatoire* (compression circulaire et auscultation des bruits artériels au-dessous du segment comprimé).

3° La *méthode oscillatoire* (exploration au niveau même du segment comprimé) avec l'*oscillomètre du Professeur Pachon* qui, grâce à ses caractéristiques toutes personnelles, demeure le type d'instrument exactement adéquat aux exigences de la méthode.

Depuis bientôt quinze ans, des discussions d'école, aussi nombreuses que variées, et d'ailleurs parfois vives, n'ont pu dissiper le trouble qui règne sur les esprits et apporter la vérité si impatientement attendue — ou toutefois ce que l'on croit être la vérité.

Le problème n'est donc pas résolu. Gallavardin, lui-même, le grand défenseur du riva-roccisme en France, se plait à le reconnaître. « L'assentiment, dit-il, est loin d'être unanime. Pachon, Martinet et leurs élèves continuent à être convaincus de la supériorité de l'oscillométrie dans la détermination de la pression systolique, et Weiss, dont on connaît l'autorité dans ces questions de physique médicale, a pu écrire en 1915 : « Je ne puis croire pour ma part que la pression systolique chez l'homme adulte, à l'état de santé, soit aussi basse que le donne la méthode de Riva-Rocci. Je crois très sincèrement que c'est le Pachon qui est le plus près de la vérité et que, chez l'homme normal adulte, on ne commet pas une grande erreur en adoptant 15 à 16 centimètres comme représentant la valeur de la pression systolique » (1).

Dans ces dernières années, divers auteurs, Barré et Strohl (2), Mougeot et Petit (3), etc., ont proposé de nouveaux critères de détermination oscillographique ou oscillométrique de la Maxima, et Mougeot (4), tout récemment encore (16 mars 1921), revient sur les incertitudes des diverses méthodes actuellement en présence.

La question vaut donc qu'on la discute. C'est à cet objet particulier que répond notre travail, dans lequel nous nous efforçons d'apporter, à côté d'éléments critiques, des données expérimentales nouvelles orientant et précisant la discussion et même, pensons-nous, parfois décisifs.

(1) GALLAVARDIN, La tension artérielle en clinique. Paris, Masson, 2^e édition, 1920, p. 149.

(2) BARRÉ et STROHL, Etude comparée des méthodes générales de sphygmomanométrie. *Presse médicale*, 3 mars 1917.

(3) MOUGEOT et PETIT, Soc. méd. des hôp. Paris, 10 décembre 1920.

(4) MOUGEOT, De l'exactitude des mensurations sphygmomanométriques. *Presse médicale*, 16 mars 1921.

CHAPITRE PREMIER

Le Riva-Rocci et ses dérivés. Justification des critiques adressées à cette Méthode

§ I. — L'erreur de principe

Nous ne donnerons pas ici une liste, encore moins une description des différents appareils issus du Riva-Rocci type (1896); ce serait peine inutile et travail fastidieux, car, comme le dit si justement Gallavardin: « Que l'on varie tantôt la soufflerie ou le choix du manomètre, tantôt la disposition des raccords ou même simplement le mode de fixation de la manchette, et l'on aura réalisé un des innombrables sphygmomanomètres « type Riva-Rocci » actuellement dans le commerce et dont la nouveauté se borne bien souvent au nom de l'auteur ou du constructeur » (1).

Principe de la méthode. — Le principe de la méthode est le suivant: compression ou décompression d'un segment de membre préalablement comprimé (bras) par une manchette pneumatique circulaire et observation de la disparition ou de la réapparition du pouls en aval (poignet).

Dans le cas de l'épreuve type par compression, la disparition du pouls correspond exactement au moment où le courant sanguin n'a plus l'énergie suffisante pour forcer la barrière circulaire qui lui est opposée, c'est-à-dire au moment où la pression à l'intérieur de la manchette est égale à la pression maximum du sang au point considéré.

L'appareil se compose donc schématiquement d'un brassard pneumatique circulaire relié à un système compresseur —

(1) GALLAVARDIN, *Loc. cit.*, 33.

pompe ou poire — et à un manomètre métallique ou à mercure.

Discussion et erreurs. — De très nombreux auteurs se sont efforcés de démontrer, les uns l'exactitude et la valeur des chiffres fournis par le Riva-Rocci, les autres l'inexactitude du principe ci-dessus indiqué. Nous ne rappellerons pas ces différents arguments, nous essayerons seulement de discuter sans idée préconçue, nous efforçant de donner à chacun ce qui lui revient.

a) Le procédé indiqué par Riva-Rocci lui-même, et d'ailleurs le plus couramment employé, consiste à apprécier au doigt, par la palpation de la radiale, l'apparition ou la disparition du pouls pendant la décompression ou la compression de l'humérale. Schultze ⁽¹⁾ a montré que l'écart des chiffres trouvés au cours de mesures successives augmente si l'observateur opère sans regarder le manomètre, tandis qu'il diminue considérablement si ce même observateur suit des yeux la chute de l'aiguille du manomètre : « Dans le premier cas, en effet, la tension d'esprit, au lieu d'être guidée et ménagée par l'approche du chiffre trouvé précédemment, est pour ainsi dire constante ; d'où une fatigue rapide qui émousse les sensations en même temps qu'elle favorise l'apparition du pouls subjectif dans l'index explorateur » ⁽¹⁾.

Nous ne croyons pas à l'interprétation de cet auteur, mais plutôt à l'auto-suggestion fatale de l'observateur au moment où il arrive au chiffre précédemment indiqué par le manomètre.

On peut dire, en outre, que le procédé de palpation digitale est entaché d'un faible coefficient d'erreur personnelle lié à la plus ou moins grande sensibilité tactile de l'observateur. Nous reconnaissons cependant avec Gallavardin ⁽²⁾ que ce mode d'exploration est suffisamment exact et que les différentes techniques que certains auteurs ont proposé de substituer à la palpation digitale (inscription graphique ou observation visuelle d'un appareil indicateur en rapport avec la radiale) fournissent des chiffres sensiblement identiques.

⁽¹⁾ GALLAVARDIN, *Loc. cit.*, p. 37.

⁽²⁾ GALLAVARDIN, *Loc. cit.*, 38 à 45.

L'exploration idéale, qui d'ailleurs ne peut être qu'une méthode de laboratoire et de vérification, est constituée par la pléthysmographie totale du segment de membre situé en aval de la compression, ou encore par la capillaroscopie. Nous y reviendrons dans les paragraphes suivants.

b) Quand on comprime un segment de membre avec une manchette pneumatique circulaire, les artères sous-jacentes tendent à s'accoler. Recklinghausen (¹), en 1901, et après lui Gallavardin se sont efforcés de démontrer que les mensurations pratiquées avec le « brassard type » de Riva-Rocci lui-même, c'est-à-dire une manchette de 5 à 6 centimètres de diamètre, étaient inexactes et que les chiffres réels de la pression artérielle de l'homme étaient donnés par un brassard de 12 à 15 centimètres de diamètre.

D'après ces auteurs, une artère soumise à une compression

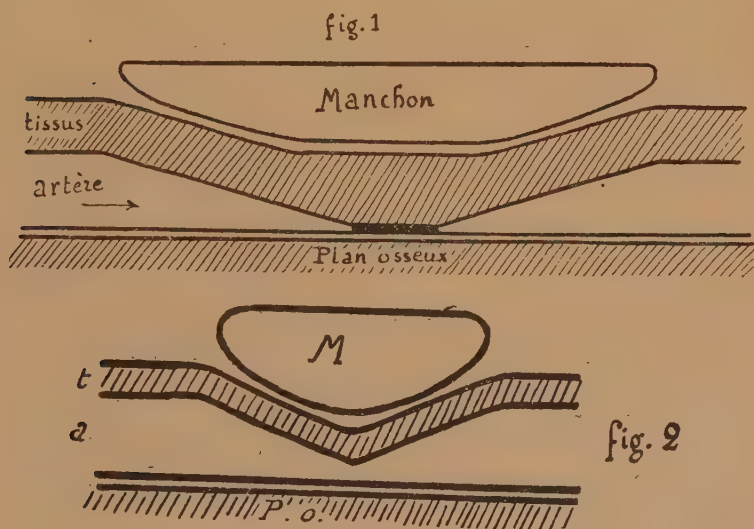


FIGURE I. — Schéma des artères comprimées d'après la conception de Recklinghausen.

circulaire, d'une certaine étendue, ne s'oblitére pas entièrement sur toute la longueur comprimée, mais bien au contraire uni-

(¹) In GALLAVARDIN, *Loc. cit.*, 25, 26, 121.

quement au niveau d'une zone centrale limitée. Les deux extrémités libres forment des entonnoirs d'affaissement égaux consécutifs à la pression oblique des régions marginales du brassard plus ou moins convexes (*fig. 1*).

Un petit manchon de 5 centimètres ne produit l'oblitération de l'artère en aucun point du trajet, même pour une pression légèrement supérieure à Mx, car dans ces conditions les entonnoirs terminaux se rapprochent du centre de pression et tendent à s'accoler par leur sommet tronqué (*fig. 2*).

Ces idées de Recklinghausen parurent définitivement confirmées par les expériences faites sur l'homme par O. Müller et Blauel ⁽¹⁾ en 1907. Ces derniers auteurs trouvèrent une similitude à peu près exacte entre les chiffres donnés par la mensuration sanglante et le manomètre métallique et les indications fournies par la manchette de 15 centimètres, tandis que la manchette étroite de 6 centimètres semblait surestimer de 1 à 3 centimètres de mercure la valeur de la pression maximum. Nous indiquerons plus loin quels sont les points faibles de ces expériences.

La conception de Recklinghausen, séduisante en apparence, mais trop simpliste, ne paraît pas logique. En effet, que la manchette soit grande ou petite, qu'elle soit plate ou même cylindrique, *il existe toujours* à une distance égale de ses bords latéraux *une zone plus ou moins large*, ne serait-ce qu'une bande linéaire où la *pression s'exerce normalement* à la surface de la peau et se transmet par conséquent *normalement* à l'artère. Abstraction faite de l'épaisseur des tissus intermédiaires et de leur absorption perpendiculaire qui est la même dans tous les cas, une manchette soumise à une pression intérieure, supérieure à la pression systolique, produira toujours l'accolement de l'artère sous-jacente.

De plus, les entonnoirs extrêmes d'affaissement ne sont pas égaux et symétriques par rapport à la ligne médiane de la manchette, comme semble l'indiquer Recklinghausen. Supposons, en effet, une artère soumise à une compression circulaire sûrement

(¹) O. MÜLLER et BLAUDEL, Critique des sphygmomanomètres de Gaertner et de Riva-Rocci. *Deutsch. Arch. f. klin. Med.*, 1907.

supérieure à la M_x . Négligeons pour l'instant la perte de charge due à l'interposition des parties molles, ce qui d'ailleurs ne change en rien notre raisonnement. Le courant sanguin est complètement interrompu dans le segment de membre situé en aval du brassard; artères et veines forment donc un *système clos* qui rapidement se mettra en équilibre et dont la pression *statique* sera très inférieure à la M_n artérielle, à cause de la grande capacité et *laxité* veineuses, et qui tendra à se rapprocher de la pression veineuse normale que nous savons être de l'ordre du centimètre de mercure. Le bord inférieur de la manchette se trouvera donc en contact avec un système fermé dont la pression intérieure est relativement très faible. Le bord supérieur, au contraire, sera en contact avec une artère soumise à des variations continuelles de pression intérieure oscillant entre M_n et M_x et par conséquent de beaucoup supérieures à la pression que supporte le bord inférieur.

Que se produit-il dans ces conditions ? Une figure schématique nous permettra de le montrer (*voir fig. II*). Les bords du bras-

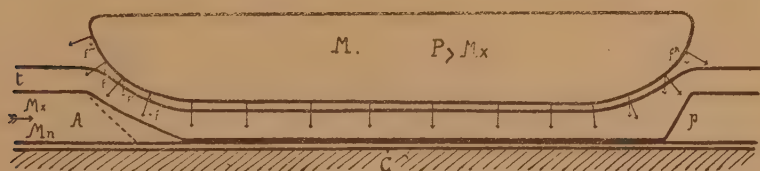


FIGURE II. — Schéma de la compression artérielle

sard ont naturellement une forme convexe et de ce fait exercent une pression oblique sur les parties molles sous-jacentes et partant sur l'artère.

Soient M le brassard avec une pression intérieure P supérieure à M_x ; t , les parties molles interposées entre la manchette et l'artère A ; p , la faible pression du système statique situé en aval; C , le centre de figure. Chacune des petites flèches représente en grandeur et en direction la force exercée par la pression P .

Du côté gauche du centre de figure, c'est-à-dire en amont,

nous trouvons une zone où les pressions sont normales à la paroi; l'artère est complètement accolée. Puis les bords du manchon deviennent convexes. La pression est alors oblique et d'autant plus oblique qu'augmente davantage la convexité du bord supérieur du brassard. C'est donc la composante verticale $ff'f''...$ etc., dont la grandeur décroît avec l'obliquité de la force qui seule exerce son action sur la paroi artérielle.

On conçoit de la sorte la formation de deux entonnoirs d'affaissement, l'un systolique (en trait plein sur la figure) correspondant à Mx et dans lequel le sommet est au niveau de la composante f' , par exemple, dont la valeur est égale à Mx ; l'autre diastolique (en pointillé sur la figure) correspondant à Mn , c'est-à-dire à $f'' = Mn$. — C'est au passage rythmé par la pulsation cardiaque, de l'une à l'autre position, que sont dues les pulsations d'infundibulum (Pachon) ou supra-maximales de la méthode oscillatoire. —

Du côté droit du centre de figure, l'artère est aussi accolée, mais sur un trajet beaucoup plus long que du côté opposé, car dans ce cas la composante f'' qui fait équilibre à la faible pression p est une des dernières de la convexité du bord du manchon. Ici encore un entonnoir d'affaissement, mais un entonnoir *unique* et *très court* — car ne l'oublions pas nous sommes en système fermé.

En résumé, nous voyons que chaque fois qu'une artère est comprimée par un manchon circulaire soumis à une pression intérieure supérieure à Mx , il y a :

1° Accolement de ses parois sur une étendue plus ou moins considérable et proportionnelle à la taille du brassard.

2° Une zone d'accolement non symétrique par rapport au centre de figure et s'étendant beaucoup plus vers le bord inférieur que vers le bord supérieur.

3° Formation en amont de deux entonnoirs, un systolique et un diastolique.

4° Formation en aval d'un entonnoir unique et très court.

Etudions maintenant les phénomènes successifs qui se produisent à l'intérieur et au niveau même de l'artère comprimée pendant la décompression de la manchette pneumatique.

Supposons tout d'abord la pression du brassard nettement supérieure à la M_x artérielle. L'artère est oblitérée sur une partie de son trajet. L'entonnoir d'amont oscille entre deux positions extrêmes correspondant l'une à M_n , l'autre à M_x , soient soient $e_n e_x$ (fig. III).

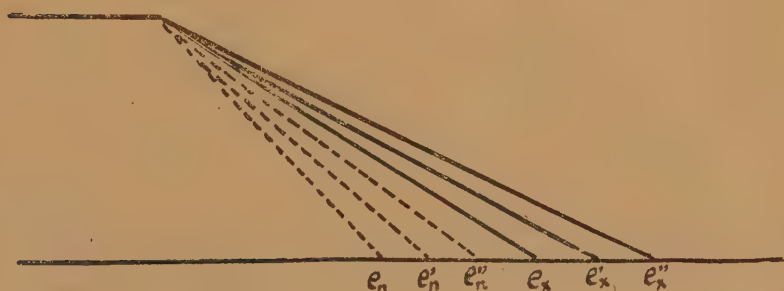


FIGURE III. — Schéma de la formation des entonnoirs d'amont

Quand la pression baisse à l'intérieur du manchon, les positions respectives des parois des entonnoirs tendent à se déplacer vers le centre de figure et à occuper les niveaux $e'_n e''_n \dots e'_x e''_x$ etc., par suite du mouvement de décroissance simultanée et dans le même sens des forces $f, f', f'' \dots$. Cela jusqu'au moment précis où la pression intérieure P de la manchette sera égale à M_x et où se formeront les *entonnoirs maximaux* $E_n E_x$, mais toujours l'artère restera affaissée. — On conçoit dès lors la formation de la zone légèrement croissante des pulsations supra-maximales dans la méthode oscillatoire.

Si la pression P devient légèrement inférieure à M_x , l'artère accolée pendant la première partie de la pulsation se laissera soulever pendant le court instant correspondant à l'excès de pression intra-artérielle sur le degré de pression de la manchette et donnera naissance à la première pulsation de *décollement*. Une très faible quantité de sang se sera donc frayé un passage

à travers le *canal résistant* constitué par le segment artériel encore accolé devant elle et qu'elle doit décoller avant d'atteindre l'entonnoir d'aval. Au cours de la décompression, cette portion d'onde deviendra de plus en plus importante jusqu'au moment où elle atteindra son maximum. Cette première onde liquidienne, victorieuse de l'accolement, possède une certaine énergie, une certaine charge, dirait-on en langage hydraulique, qui sera employée à deux fins :

1° Donner au mince filet sanguin son mouvement de propulsion;

2° Vaincre les résistances latérales offertes par le canal résistant dont nous parlions plus haut. Or, la résistance opposée par une paroi élastique au passage d'une onde est proportionnelle à l'extensibilité même de cette paroi.

Pour qu'il y ait sensation de poulx en aval, c'est-à-dire persistance de l'onde, il faut et il suffit que l'énergie dont dispose la colonne liquidienne qui a réussi à forcer le barrage soit supérieure à la somme des résistances produites par les parois affaissées du conduit qu'elle doit traverser avant d'arriver à l'entonnoir d'aval, où s'ouvre à elle une route large et dépourvue d'obstacles (¹). Cette absorption d'onde aura justement pour conséquence « l'uniformisation » (Pachon) initiale du courant sanguin.

Par conséquent, la pulsation cardiaque ne manifestera sa présence jusqu'à la radiale que si l'énergie de l'onde de décollement est suffisante pour vaincre les résistances opposées par le canal sous-jacent à la manchette et aussi par le long trajet qui sépare le pli du coude du point exploré.

Un élève de Sahli, Baumann, a montré, en effet, que la palpation de l'humérale au pli du coude donnait un chiffre supérieur

(¹) SAHLI pensait déjà, en 1904, que la résistance opposée par le segment artériel comprimé était la cause de l'inexactitude de la méthode de Riva-Rocci; aussi conseillait-il l'emploi d'une manchette de 6 centimètres de diamètre. Ses idées furent définitivement abandonnées après les travaux de O. Müller et Bläuel, en 1907. In GALLAVARDIN, *Loc. cit.*, 26-27.

de 2 à 8 millimètres de mercure à celui fourni par la palpation de la radiale au poignet⁽¹⁾.

La largeur de la manchette, et par suite la longueur du canal résistant et l'absorption d'onde à son niveau, sont la véritable cause de la sous-estimation considérable de la méthode de Riva-Rocci dans la mesure de la pression maximum. En effet, des expériences comparatives⁽²⁾, faites avec des brassards de dimensions différentes, ont permis de constater que :

1° Une manchette de 5 à 6 centimètres donne, en général, des chiffres oscillant entre 14 et 15 centimètres de mercure ;

2° Une manchette de 12 à 15 centimètres donne chez les mêmes sujets des chiffres de 11 à 12 centimètres de mercure.

Il est possible de déduire de ces données, sans vouloir accorder à la conclusion une exactitude mathématique, mais simplement une indication sur le sens du phénomène, que si dans le deuxième cas les 8 ou 10 centimètres de canal résistant supplémentaire opposé au courant sanguin ont nécessité une usure d'onde correspondant à 3 centimètres de mercure, les 4 ou 5 centimètres de canal produits par la petite manchette absorberont une onde correspondant à 1 ou 1,5 centimètre de mercure. Plus la manchette sera large et plus l'absorption d'onde sera considérable.

Cette erreur de principe de la méthode de Riva-Rocci a été mise en évidence depuis longtemps déjà par notre maître, le Professeur Pachon⁽³⁾ [1909], qui a comparé quant à ses conséquences mécaniques, le segment artériel plus ou moins décollé sous l'influence de la pulsation cardiaque à une « véritable poche anévrysmale ». La comparaison mécanique est en effet on ne peut plus exacte, car si l'anévrysme absorbe l'onde et amortit le pouls, c'est simplement par modification de l'élasticité de ses parois (Marey). Or « la compression et justement toute

(1) GALLAYARDIN, *Loc. cit.*, 36, note 1.

(2) RECKLINGHAUSEN, *Loc. cit.*, MULLER et BLAUDEL, *Loc. cit.*

(3) V. PACHON, Sur l'erreur de principe de la méthode de Riva-Rocci pour la détermination de la pression artérielle chez l'homme. *C. R. Soc. Biol.*, 12 juin 1909.

compression inférieure à la pression maxima du sang dans l'artère *détend* donc le segment huméral préalablement tendu. Cela revient à transformer ce segment artériel en une zone très extensible » [Pachon ⁽¹⁾] et par conséquent plus résistante au passage de l'onde. « Le pouls disparaît donc en aval par uniformisation du cours du sang » [Pachon ⁽¹⁾]. C'est ce qui a fait dire à G. Weiss : « J'ai vu les expériences de M. Pachon et j'ai la conviction que l'explication qu'il nous donne est exacte. Or, c'est justement ce qu'il y avait à trouver » ⁽¹⁾.

Nous dirons pour nous résumer : la décompression circulaire progressive d'un segment de membre produit l'*uniformisation initiale du courant sanguin* vainqueur de l'obstacle ; la méthode de Riva-Rocci *sous-estime* donc la valeur de la tension artérielle maximum.

§ II. — **Expérience de Marfan et Dorlencourt. Critique.**

Pour répondre à l'expérience de Pachon — persistance au bras des grandes oscillations de la zone croissante au moment de la disparition du pouls radial — démontrant l'erreur de principe du Riva-Rocci, Marfan et Dorlencourt⁽²⁾ ont imaginé une expérience qu'ils croient être la contre-épreuve de la précédente.

Ces auteurs procèdent de la façon suivante : deux brassards placés l'un au-dessous de l'autre, sur le même bras d'un sujet, sont reliés à un même oscillomètre. On gonfle le brassard huméral, c'est-à-dire inférieur, jusqu'à disparition du pouls radial, soit n centimètres de mercure. L'oscillomètre donne de grandes oscillations. On recommence l'expérience en gonflant simultanément les deux brassards, mais si l'on met le brassard

⁽¹⁾ V. PACHON, *Loc. cit.*

⁽²⁾ MARFAN et DORLENCOURT, Recherches sur les appareils destinés à mesurer la tension artérielle chez l'homme. *Annales de médecine*, 1916.

huméral *seul* en communication avec l'oscillomètre, on ne constate plus d'oscillations, tandis que le brassard axillaire, c'est-à-dire supérieur, est encore le siège d'amples battements. Ces auteurs en déduisent que dans le deuxième cas « un seul des facteurs est modifié, la communication du brassard supérieur avec l'oscillomètre », et qu'il « faut admettre que la pression est suffisante pour empêcher le sang de passer et que les oscillations constatées dans l'expérience de M. Pachon *sont dues au choc rythmé de l'onde sanguine contre le bord supérieur du brassard insufflé*; dans la deuxième expérience le manchon supérieur protège l'inférieur contre ces chocs ».

Cette expérience de Marfan et Dorlencourt est loin d'avoir l'importance et la signification que ses auteurs lui ont accordée. Quelle est donc sa véritable interprétation? Ici, nous ne ferons que répéter ce que notre maître, le Professeur Pachon, a souvent exposé dans ses conversations de laboratoire, c'est-à-dire que l'épreuve de Marfan et Dorlencourt *n'est autre que sa propre expérience, mais faite à un niveau supérieur*. Le brassard axillaire joue le rôle d'amortisseur par rapport au brassard huméral. Dans ces conditions, il est tout naturel que le brassard huméral ou inférieur — brassard radial de l'expérience de Pachon — ne présente aucune pulsation, tandis que le brassard axillaire ou supérieur — brassard huméral de Pachon — présente au contraire d'amples battements qui justement produisent l'uniformisation du courant ⁽¹⁾.

(1) VAQUEZ de son côté dans son *Traité des maladies du cœur*, 1921, page 159, fait à l'explication donnée par Pachon « une objection capitale, à savoir que s'il y avait véritablement uniformisation des pressions, les oscillations devraient disparaître en même temps que le pouls radial et pour la même raison. Force est donc d'admettre qu'elles proviennent d'une portion du vaisseau non soumise à la compression et qui ne peut être que son bout central, dont les battements sont transmis à l'oscillomètre par le rebord supérieur de la manchette ». Encore une fois, la nature physique du phénomène n'a pas été aperçue : C'est justement parce que le segment huméral comprimé présente d'amples battements, que l'énergie de l'onde de décollement peut être absorbée à ce niveau et que l'uniformisation du courant se trouve réalisée *en aval*. Toutes conditions produites dans le cas d'un anévrysme : amortissement des pulsations en aval et grosses pulsations au niveau même de l'anévrysme.

§ III. — Démonstration expérimentale de l'uniformisation initiale du courant sanguin

1° Apparition d'oscillations respiratoires pré-pulsatiles avant les pulsations cardiaques (PACHON et PONS). — De tout ce qui précède semble résulter que l'exploration de la pression artérielle par la méthode de Riva-Rocci donne naissance, au niveau du brassard, à un courant sanguin initialement uniformisé. Une démonstration expérimentale élégante en a été donnée par Pachon et Pons ⁽¹⁾ en 1912. Des tracés sphymographiques (*voir fig. IV*),

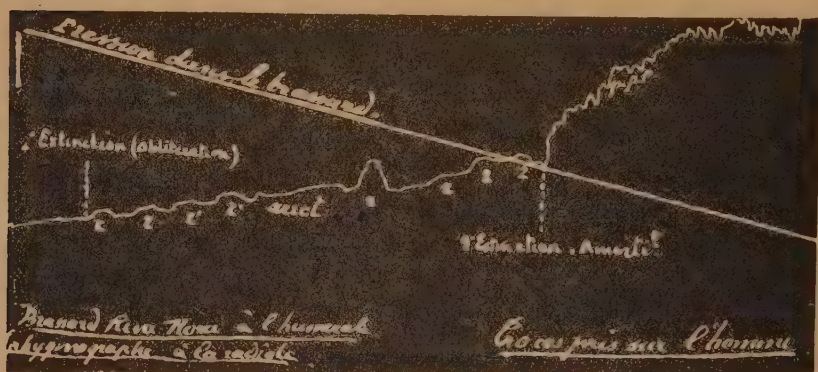


FIGURE IV. — Oscillations respiratoires pré-pulsatiles, d'après PACHON et PONS.
(*Loc. cit.* 31.)

pris à la radiale pendant la décompression humérale, montrent une zone d'oscillations de grande période et correspondant aux mouvements respiratoires, faisant suite à une portion rectiligne du tracé et précédant l'apparition des premières pulsations. Nous constatons d'ailleurs sur ce tracé que les oscillations respiratoires sont situées sur une ligne ascendante (nous y reviendrons dans le paragraphe suivant).

Gallavardin ⁽²⁾, dont cette expérience a retenu l'attention, a

⁽¹⁾ PONS. Contribution à l'étude de la sphymomanométrie directe. Thèse Bordeaux 1912 (Laboratoire du Professeur Pachon).

⁽²⁾ GALLAVARDIN, *Loc. cit.*, 154, note 1.

cru pouvoir expliquer ce phénomène par la persistance de la circulation intra-osseuse sous le manchon. Nous pensons à notre tour, et pour différentes raisons, que l'interprétation de Gallavardin est inexacte. En effet, l'artère nourricière, très grêle d'ailleurs, se détache de l'humérale au niveau environ de l'insertion inférieure du coraco-brachial ; elle se dirige de là vers le trou nourricier situé sur la face interne de l'os un peu au-dessous de sa partie moyenne ⁽¹⁾. Nous avons donc pensé à mesurer un humérus d'homme de 34 cent. 4 de longueur, c'est-à-dire appartenant à un individu mesurant 1^m 71 (d'après Manouvrier, *in* Testut) — taille supérieure à la moyenne. Nous avons constaté que le trou nourricier était situé à environ 12 centimètres au-dessus de l'épitrôchlée. Or un brassard correctement placé au bras (se reporter aux figures publiées par les auteurs) l'est toujours de telle sorte que son bord inférieur soit au moins séparé de l'épitrôchlée par une distance de quelques centimètres, et cela justement pour éviter, sur l'avant-bras en général fléchi, un contact ou même une pression qui pourrait vicier les résultats. Nous pouvons même dire que dans la plupart des cas la manchette est placée à mi-distance entre l'aisselle et le pli du coude.

Dans ces conditions, une manchette type Recklinghausen, c'est-à-dire de 13 centimètres de hauteur et qu'ont utilisée précisément Pachon et Pons dans leur expérience, était plus que suffisante pour écraser l'artère nourricière avant son entrée dans l'humérus et supprimer ainsi toute circulation intra-osseuse. Une manchette de 8 centimètres « type Pachon » suffirait d'ailleurs à ce résultat.

Nous savons bien qu'il existe quelques anastomoses capillaires entre les vaisseaux de la moelle et ceux du périoste de l'extrémité supérieure non comprimée par le brassard. Mais la quantité de sang qu'elles peuvent fournir est vraiment trop infinitésimale pour provoquer au poignet l'apparition d'ondes respiratoires qui d'ailleurs, dans ce cas, ne pourraient exister

(1) D'après Testut, *Traité d'anatomie humaine*, 1911, t. I, p. 4, 10.

et seraient remplacées par un tracé rectiligne et légèrement ascendant dû à l'uniformisation du courant dans le réseau capillaire.

2° Ascension pré-pulsatile de la ligne du tracé pléthysmographique avant le début des pulsations. — Nous avons montré au paragraphe précédent que l'*uniformisation initiale* du courant sanguin pouvait se manifester sur un tracé sphygmographique par la présence d'oscillations respiratoires précédant les premières pulsations. La pléthysmographie de même va nous fournir une confirmation analogue de ce phénomène, mais plus régulière, car les oscillations respiratoires ne se manifestent nettement que chez les sujets à influence respiratoire marquée.

La logique seule le fait prévoir : en effet le segment de membre situé au-dessous du brassard doit, pendant la décompression, présenter une légère augmentation de volume avant le début des pulsations, qui correspond au passage sous la manchette du courant uniformisé. Nous avons dès lors imaginé l'expérience suivante :

Pléthysmo-oscillographie. — Supposons une large manchette de Riva-Rocci placée au bras immédiatement au-dessus du pli du coude. Un brassard en relation avec un oscillomètre et une capsule oscillographique (type Pachon-Boulitte) du même principe que l'oscillomètre, c'est-à-dire à sensibilité maximale et constante, sera placé à l'avant-bras, juste au-dessous du pli du coude et porté à une compression suffisante pour donner un tracé des pulsations nettement apparent. Enfin un troisième brassard de dimensions quelconques sera fixé exactement en aval du second, de telle sorte que le bord supérieur de l'un coïncide avec le bord inférieur de l'autre. Le brassard inférieur sera soumis à une pression intérieure telle — 23 à 30 centimètres de mercure — que l'on soit certain que toute circulation est interrompue à son niveau.

Nous inscrivons le graphique du pouls pendant la décompression lentement progressive de la manchette humérale.

Nous constatons sur le tracé (*fig. V*) dont la partie inférieure

représente en centimètres de mercure la chute de pression dans le brassard huméral :

1° Une première ligne *horizontale ab* correspondant au début de la décompression indiquant que le volume du segment de membre entouré du manchon explorateur n'a pas augmenté et que, par conséquent, le sang ne passe pas au niveau de l'humérale comprimée ;

2° Une ligne *oblique ascendante bc*, indice d'une diminution de volume du brassard et, par conséquent, d'une augmentation



FIGURE V. — Ascension pré-pulsatile du tracé pléthysmo-oscillographique, dans l'épreuve de Riva-Rocci.

de volume de la région anti-brachiale supérieure qu'il enveloppe. Le sang passe donc à travers l'humérale, mais ses pulsations sont amorties et même entièrement absorbées. Cette zone d'amortissement correspond dans le cas particulier à environ 2 centimètres de mercure ;

3° Un tracé de pouls dont l'amplitude des pulsations est régulièrement croissante jusqu'à un maximum.

Une tentative analogue a été faite en 1917 par Barré et Strohl (1) au moyen de l'inscription graphique. Ces auteurs ont toujours trouvé que le début des pulsations était précédé par une ligne régulièrement horizontale du tracé. Quelle est donc la cause de cette différence des résultats ? C'est, comme nous

(1) BARRÉ et STROHL, *Presse médicale*, 5 mars 1917.

l'avons vérifié sur nos premiers tracés, que nous prenions sans la manchette anti-brachiale inférieure, la conséquence d'un vice de technique. Dans l'expérience de Barré et Strohl, en effet, une zone très limitée de la face antérieure de l'avant-bras est seule en contact avec l'appareil explorateur (cuvette métallique large et plate recouverte d'une membrane de caoutchouc, fixée au-dessous du coude par une sangle inextensible).

Dans ces conditions la masse de sang qui pénètre l'avant-bras à chaque pulsation cardiaque tend à s'accumuler dans les parties qui lui offrent le moins de résistance, c'est-à-dire dans tout le segment inférieur de l'avant-bras et la main non comprimés, jusqu'au moment où la tension du sang dans cette zone sera égale à la pression qu'exercent les sangles sur la région supérieure de l'avant-bras. A ce moment le tracé peut devenir ascendant si les pulsations sont encore *absorbées* dans le *canal résistant* huméral, sinon, ce qui est le cas le plus général — et le cas particulier de Barré et Strohl — les pulsations s'inscriront brusquement.

C'est ce que nous avons obtenu lorsque nous expérimentions avec deux brassards, seulement, un brassard huméral et un brassard explorateur anti-brachial. Aussi nous avons été amené à oblitérer par une troisième manchette toutes les voies d'accès situées en aval du manchon explorateur, et alors une ligne d'ascension pré-pulsatile du tracé s'est nettement montrée.

Par conséquent, l'apparition des pulsations ne saurait être, comme le pensaient Barré et Strohl, le premier « témoin sûr du passage du sang ». Le critère de la méthode de Riva-Rocci est donc en retard sur le début de l'écoulement sanguin.

On pourrait, sans doute, étudier maintenant ce que nous appellerons les *prétendues vérifications de l'exactitude du Riva-Rocci*, c'est-à-dire les expériences sanglantes faites sur l'homme par O. Müller et Blauel et sur le chien par Lian et Morel. Mais comme les résultats de ces différentes épreuves ont été utilisés autant contre la méthode oscillatoire qu'en faveur de la méthode palpatoire, nous préférons reporter leur étude et leur critique au chapitre consacré à l'oscillométrie.

§ IV. — **Démonstration directe de l'erreur
du Riva-Rocci**

La Capillaroscopie. — L'observation directe de la circulation capillaire chez l'homme, c'est-à-dire la capillaroscopie ou méthode de Lombard (1912), permet d'apporter une preuve supplémentaire et élégante démontrant d'une manière décisive la sous-estimation de la méthode de Riva-Rocci.

En effet, à l'aide de la capillaroscopie, Moog et Neumann ont montré que « la méthode palpatoire de Riva-Rocci indique pour la pression systolique un chiffre trop faible », et que « la contre-pression qui entrave les pulsations de la radiale est inférieure de 2 à 4 centimètres de mercure à celle qui détermine l'arrêt de la circulation » (1).

La technique que nous avons employée avec notre ami P. Delmas-Marsalet (2) et le dispositif réalisé sont des plus simples. Notre instrumentation se compose essentiellement d'une source lumineuse relativement puissante — lampe électrique à filament punctiforme — munie d'un miroir réflecteur sphérique. Cet éclairage latéral est dirigé horizontalement à l'aide d'une lentille — séparée de la platine du microscope par une cuve à eau à faces parallèles pour éviter l'échauffement de la région explorée (3) — de telle façon qu'il converge exactement sur la région dorsale et au niveau de la racine de l'ongle du doigt exploré, placé à plat sur la platine d'un microscope ordinaire. La source lumineuse est séparée de l'observateur par l'interposition d'un voile noir, et le tout disposé dans une chambre noire pour rendre maximum la netteté et la visibilité du phénomène. Un objectif n° 3 et un oculaire n° 4 conviennent particulièrement à

(1) Cité d'après M. WEISS, La capillaroscopie. *Presse médicale*, 5 février 1921.

(2) R. FABRE et P. DELMAS-MARSALET, Sur le contrôle capillaroscopique de l'exactitude de la détermination oscillométrique de la tension artérielle maxima. *Réun. Biol. de Bordeaux*, 7 juin 1921 ; in *C. R. Soc. Biol.*, 11 juin 1921.

(3) Cette cuve à eau est remplie d'une solution aqueuse d'acide picrique de façon à opérer en lumière monochromatique jaune.

ce genre de recherches. Le doigt du sujet est préalablement savonné et passé à l'éther et une goutte d'huile de cèdre déposée sur la région à examiner.

Il nous a semblé que la zone élective d'observation des capillaires correspondait à la peau limitant la racine de l'ongle et de préférence celle des extrémités de la lunule. Après quelques tâtonnements, on aperçoit nettement de belles anses capillaires se détachant en rouge sur un fond clair. Un examen attentif permet de distinguer le courant sanguin.

Si dans ces conditions on comprime un membre avec une manchette circulaire pneumatique, il est évident que le chiffre de contre-pression, qui sera nécessaire et suffisant pour produire l'arrêt du courant capillaire sera juste égal à la valeur de la tension artérielle maximum au niveau du segment comprimé.

Nous avons refait l'expérience précédente, c'est-à-dire placé au bras du sujet une large manchette de Recklinghausen. Après avoir mis au point quelques anses capillaires et s'être accommodé à la vue du courant sanguin on comprime *lentement et progressivement* la manchette. On assiste alors au *ralentissement progressif* de la circulation jusqu'à *arrêt total du courant capillaire*, qui se produit au moment où la contre-pression brachiale devient égale à Mx. ('). On a ainsi le chiffre réel de la tension

(') Deux remarques importantes doivent toutefois être présentées :

1° L'avant-bras du sujet, fléchi sur le bras, est placé sur une table. La main en pronation repose sur la platine du microscope. Le doigt exploré est rendu immobile grâce à un support-pince qui le fixe contre la platine. On évite ainsi les tremblements invisibles à l'œil nu, mais qui multipliés par le grossissement du microscope rendraient toute mise au point difficile.

2° Si au lieu d'opérer, par compression progressive, on décomprime après avoir atteint un chiffre notablement supérieur à Mx, on peut constater pendant quelques instants un phénomène particulier constitué par de légers déplacements des globules dans les anses, tantôt dans le sens normal du courant et tantôt en sens inverse, comparables à des mouvements vermiculaires et dus sans doute aux réactions vaso-motrices. Pour éviter ces mouvements vermiculaires et ces petits courants successifs et de sens opposé qui se produisent chez certains sujets après l'oblitération complète de l'artère comprimée, et qui pourraient gêner l'observation au cours d'une décompression progressive, nous avons systématiquement, dans nos expériences, effectué la mesure au cours d'une lente compression et noté toujours le chiffre de contre-pression qui correspond à *l'arrêt du courant-capillaire*.

artérielle maximum au bras. On notait, d'autre part, le chiffre de contre-pression correspondant à l'extinction des pulsations radiales, c'est-à-dire Mx Riva-Rocci.

Nous avons obtenu des résultats absolument concordants avec ceux de Moog et Neumann, c'est-à-dire une différence égale en moyenne 3 cm. Hg. entre le chiffre d'arrêt du courant capillaire et le chiffre fourni par la palpation de la radiale.

Exemple : P. D..., vingt-trois ans. Sujet normal.

Arrêt du courant capillaire = 15 cm. Hg.

Mx Riva-Rocci = 12 cm. Hg.

L'épreuve capillaroscopique a, on le voit, une importance particulière. Elle démontre d'une manière décisive l'inexactitude de la méthode palpatoire.

Conclusion générale. — Il est donc démontré désormais que la méthode de Riva-Rocci donne dans l'évaluation de la pression artérielle maxima un chiffre nettement trop faible. Cette inexactitude est due à la création d'un courant sanguin initialement uniformisé.

CHAPITRE II

La Méthode auscultatoire

- 1° Principe. — 2° Le mécanisme de production des bruits artériels et le graphique de leur intensité.
3° Inexactitude de la méthode.**

Cette méthode due à Korotkow (1909) et vulgarisée en France par Gallavardin, Cottet et surtout par Tixier et Vaquez-Laubry, consiste essentiellement dans l'auscultation, à l'aide d'un stéthoscope bi-auriculaire, de l'humérale immédiatement en aval de la compression faite comme dans la méthode précédente avec une manchette circulaire. La pression systolique se note à l'apparition des premiers bruits artériels.

Ces sons artériels ne sont autres que des souffles dont le mécanisme est analogue à celui des souffles vasculaires ou cardiaques. Ils sont dus au passage d'une colonne liquidienne, d'une part, à travers un canal rétréci ou mieux un changement brusque de section au niveau de l'entonnoir d'aval et, d'autre part, à la chute brusque de pression de cette même colonne sanguine tombant dans un milieu sous tension relativement faible (p dont nous parlions au début de notre travail). L'intensité de ces souffles est donc fonction de deux facteurs, mais d'action opposée.

1° L'énergie de l'onde de décollement qui croît jusqu'à un maximum.

2° La pression p du système clos sous-jacent qui croît sans cesse jusqu'aux limites extrêmes de la décompression, c'est-à-dire jusqu'au moment où la contre-pression est égale à la pression veineuse au point considéré.

Il est facile dès lors de comprendre pourquoi l'intensité des bruits artériels perçus par l'observateur *croît d'abord*, passe par un *maximum* et *décroît ensuite*. Nous avons représenté schématiquement (*fig. VI*) par rapport à deux axes de coordonnées les grandeurs relatives de ces deux forces variables — en abscisses, les contre-pressions ; en ordonnées, les forces. Pour montrer

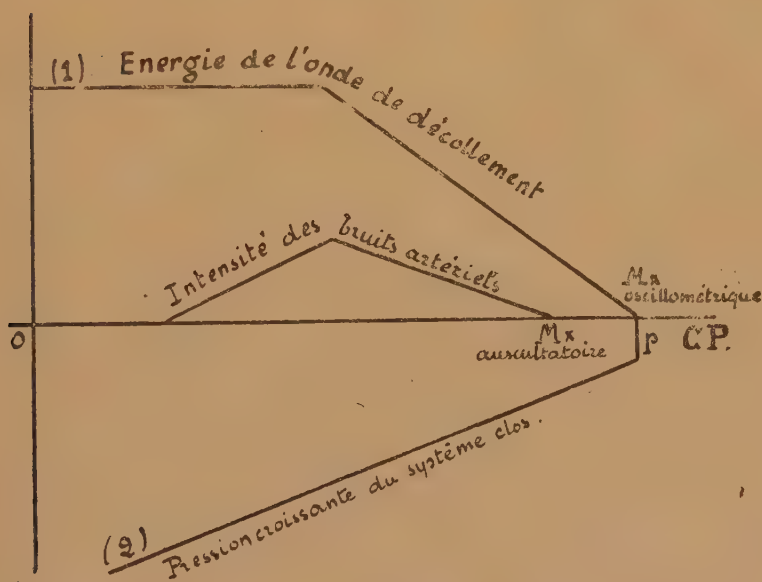


FIGURE VI.

que l'action des deux forces est de sens inverse, nous avons figuré l'une d'entre elles en ordonnées négatives. C'est donc à chaque instant la somme des valeurs (1) et (2) qui représente la grandeur de l'intensité des bruits perçus.

Les auteurs sont unanimes à reconnaître que les chiffres fournis par la méthode auscultatoire sont intermédiaires entre ceux du Riva-Rocci et ceux de l'oscillométrie.

Nous pensons avoir surabondamment démontré que la méthode de Riva-Rocci sous-estime la valeur de M_x . Aussi nous ne dirons pas, comme Gallavardin, que les résultats fournis par

l'auscultation sont inexacts parce que supérieurs à ceux de Riva-Rocci, mais au contraire qu'ils sont moins inexacts justement parce que supérieurs à ces derniers.

Cependant les indications que cette méthode peut nous fournir sont liées à plusieurs coefficients d'erreur. Pour qu'il y ait production d'un bruit artériel, c'est-à-dire d'une veine vibrante liquidienne capable de produire un *son perceptible*, il faut que l'onde de décollement ait déjà une *énergie suffisante*. On peut s'en rendre compte facilement d'après notre schéma. *Le sang passe donc depuis quelques instants quand apparaît la Mx auscultatoire*. Ceci explique pourquoi la méthode de Korotkow donne des chiffres inférieurs à ceux de l'oscillométrie que nous verrons être dans le chapitre suivant la seule méthode de détermination exacte de la pression systolique.

D'autre part, nous pensons que cette méthode est entachée d'un coefficient d'erreur personnelle. Il est, en effet, impossible que des oreilles différentes et dissemblables fixent au même instant le début de la perception d'un bruit d'intensité croissante.

En résumé, la méthode auscultatoire *sous-estime par définition même* la valeur de la pression maximum, mais toutefois les chiffres qu'elle fournit sont moins inexacts que ceux du Riva-Rocci.

CHAPITRE III

La Méthode oscillatoire ou Oscillométrie sphygmométrique

§ I. — a) **Rappel du principe de la méthode.**

b) **Les deux types d'appareils.** c) **L'oscillomètre.**

Cette méthode, basée sur la comparaison de l'amplitude des pulsations au niveau même de la zone comprimée, dérive, on le sait, de l'expérience fondamentale de Marey sur le diagramme des pulsations d'un segment de membre soumis à une compression circulaire décroissante (1876).

Nous ne nous proposons pas dans ce paragraphe de passer en revue les différents appareils ayant pour but d'étudier les variations de l'amplitude des oscillations d'une paroi artérielle circulairement comprimée. Ces appareils cependant peuvent être classés en deux groupes :

1° Tous ceux, c'est-à-dire ($n - 1$) qui, par suite de leur construction même, présentent une sensibilité décroissante directement fonction de l'augmentation du degré de contre-pression. Ce sont ceux dont l'organisme à indication graphique ou seulement visuelle, réalisé pratiquement par un manomètre métallique ou un sphygmoscope, n'offre pas une sensibilité, c'est-à-dire une élasticité constante, pour les différents régimes de contre-pression (Erlanger, Recklinghausen, etc.).

Le sphygmoscope de Pal, lui-même, malgré son apparence plus rigoureuse, est encore un indicateur à sensibilité décroissante, car le volume extrêmement réduit de la chambre à air sus-jacente à l'index capillaire produit, lorsqu'elle est comprimée

par les déplacements de l'index, une diminution de sensibilité proportionnelle à l'augmentation d'amplitude des oscillations. Ainsi, au point de vue de l'application correcte de la méthode, cet appareil n'est plus en *fonctionnement dynamique* qu'un manomètre élastique à air comprimé.

2° Ce groupe se trouve réduit en fait à l'oscillomètre de Pachon. Le problème fondamental résolu par ce dernier était le suivant : « Etant donnée une capsule manométrique, faire que la sensibilité de cette capsule soit toujours constante et maximale pour une variation de pression déterminée, quel que soit le régime préalable de pression du système auquel est conjugué ladite capsule manométrique » (*).

A l'heure actuelle, l'oscillomètre de Pachon paraît être l'appareil le plus couramment, sinon le seul, employé et c'est là, pensons-nous, une des meilleures preuves montrant l'inexactitude ou l'insuffisance des autres instruments basés sur le principe des oscillations.

§ II. — Critique des prétendues vérifications de l'inexactitude de l'oscillométrie (ou vérifications du Riva-Rocci).

A) Expériences d'O. Müller et Blauel.

B) Expériences de Lian, et de Lian et Morel.

On a adressé à l'oscillométrie différentes critiques relatives, soit à la difficulté de lecture de la Mx oscillatoire, soit au principe même de la méthode. Nous montrerons au chapitre suivant que la lecture exacte de Mx est toujours possible, à condition toutefois d'employer un critère logiquement conçu. Nous montrerons également que la Mx oscillométrique correspond exactement au début du passage du sang à travers le segment artériel comprimé. D'ailleurs, le gros argument que l'on oppose à la méthode oscillatoire est fourni par les différentes épreuves tendant à démontrer l'exactitude du Riva-Rocci et surtout par les mensurations sanglantes de la tension artérielle chez l'homme ou sur l'animal.

(*) V. PACHON, *C. R. Soc. Biol.*, 13 mai 1909.

A) Détermination sanglante de la pression artérielle chez l'homme.

Expériences d'O. Müller et Blauel ⁽¹⁾. Critique.

Les seules mensurations sanglantes de la pression artérielle chez l'homme qui méritent actuellement une discussion sont dues à Müller et Blauel (1907). Ces auteurs ont montré que les chiffres donnés par la méthode palpatoire pratiquée à l'aide d'une large manchette étaient à peu près identiques aux chiffres fournis par des manomètres soit métalliques, soit à mercure, mis en communication avec la radiale ou l'humérale.

Nous laisserons délibérément de côté les expériences faites avec le manomètre à mercure. Sa cause est maintenant définitivement jugée. Comme l'ont fait remarquer Pachon et Pons ⁽²⁾ à un moment où l'on persistait encore à accorder quelque importance à ces mesures, Vierordt, Fick et Marey ont depuis longtemps montré l'erreur théorique de l'emploi du manomètre à mercure pour la mesure de variations périodiques de pression. De leur côté, et sur le terrain expérimental, Pachon et Pons ont poursuivi une série de recherches systématiques sur le déterminisme propre et les variations de l'erreur du manomètre à mercure en fonction de la fréquence des périodes, de la valeur de la pression variable, de la masse liquidienne en mouvement, de la nature et de la capacité du système de conduction. Ces auteurs ont ainsi établi un point important sur le fonctionnement dynamique du manomètre à mercure, à savoir « *qu'il n'existe pas une constante d'erreurs, mais des coefficients variables d'erreurs pour toute expérimentation particulière* » (Th. Pons, 24). Aussi nous ne comprenons pas pourquoi Lian et Gallavardin (*loc. cit.* 75) estiment que dans les expériences de Dehon, Dubus et Heitz, la fréquence ne dépassant pas 130 à la minute, l'erreur du manomètre à mercure n'entre pas en ligne de compte. En effet, comme l'ont démontré Pachon et Pons, « le manomètre à mercure ne donne une erreur déterminée que dans des condi-

⁽¹⁾ MÜLLER et BLAUEL, *Loc. cit.*

⁽²⁾ PONS, *Loc. cit.*

tions données de fréquence, de masse, d'impulsion, de nature et de capacité du système » (Th. Pons, 24). Dès lors aucune comparaison directe de résultats particuliers obtenus dans des conditions expérimentales différentes ne saurait être possible. En d'autres termes, dans *tout cas particulier* il y a une *courbe propre d'erreurs* du manomètre à mercure: c'est là le résultat spécial des expériences de Pachon et Pons, auquel Lian et Gallavardin paraissent ne pas avoir pris garde et qui condamne justement et essentiellement l'emploi du manomètre à Hg dans la mesure de la pression artérielle.

a) Restent donc trois mensurations sanglantes faites avec le manomètre élastique qui certes ne possède pas une inertie aussi considérable que le mercure, mais auquel cependant, du seul fait de sa construction métallique, on peut reprocher d'être l'objet d'erreurs dues à une inertie beaucoup plus faible, mais néanmoins existante. Les auteurs eux-mêmes considèrent d'ailleurs que les résultats fournis par le manomètre de Hurthle — employé dans leurs expériences — sont erronés et que les chiffres de Mx indiqués sont trop bas tandis que ceux de Mn sont trop élevés.

Cependant et pour ne point discuter sur une cause d'inexactitude qui, dans des conditions convenables de construction de l'instrument, peut être relativement faible, nous admettrons que les indications données par le manomètre élastique sont pratiquement exactes,

b) Une deuxième objection, beaucoup plus importante à notre avis, réside dans le peu de durée des expériences proprement dites. En nous reportant au mémoire original de Müller et Blauel, nous avons constaté sur les tracés — non sans quelque étonnement — que pour les deux mensurations faites avec le manomètre élastique et la large manchette appliquée au *même bras* — car en somme il n'y a que deux expériences faites dans ces conditions — le temps qui sépare le début de la compression de la fin de la décompression est de 13 secondes (*fig. 1*) et de 8 secondes (*fig. 7*). (*Voir fig. VII.*)

Comment pourrait-on dans ces conditions apprécier un phé-

nomène tel que l'ascension de la ligne du tracé correspondant au courant uniformisé et précédant le début des pulsations? D'ailleurs semblable accident, s'il pouvait exister, serait bien difficile à repérer sur les graphiques publiés par les deux auteurs allemands.

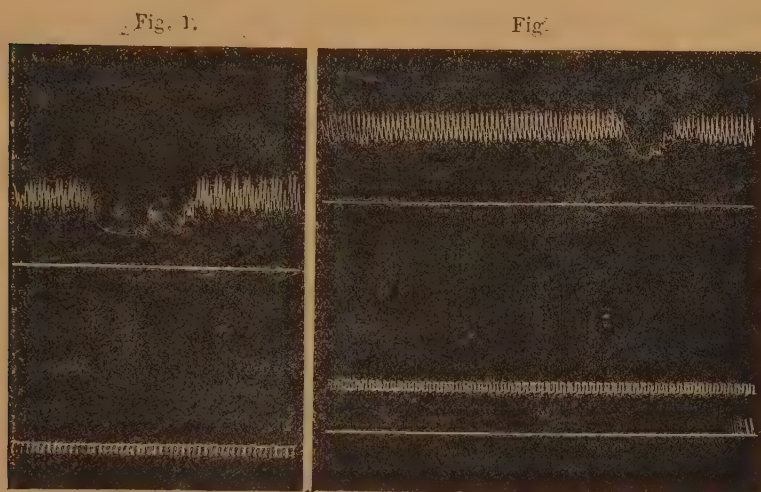


FIGURE VII. — Tracés des expériences d'O. MÜLLER et BLAUÉL (*Loc. cit.*, 524, 530).

En voici les raisons :

1° Il n'existe sur les tracés *aucun repère* correspondant au moment précis où débute la décompression;

2° Nous trouvons dans le mémoire de Müller et Blauel la phrase suivante, indiquant seule la technique suivie par les opérateurs au moment de la compression et de la décompression de la manchette humérale : « Sobald der manschettendruck über 130 m. m. Hg steigt, verschwinden die Pulsationen am Manometer, und dieses verzeichnet nur noch eine im Bogen nach abwärts verlaufende glatte Linie ⁽¹⁾ » : C'est-à-dire, « aussitôt que la pression dans la manchette dépasse 130 millimètres de mercure, les pulsations disparaissent au manomètre et cela se traduit par une ligne sans oscillations, en arc de cercle ».

(¹) MÜLLER et BLAUÉL, *Loc. cit.*, 524.

Dès lors nous posons le dilemme suivant :

α) Ou les expérimentateurs ont volontairement arrêté le degré de compression de la manchette au moment où disparaissaient les dernières oscillations cardiaques transmises au manomètre, c'est-à-dire au niveau même de l'apparition du courant uniformisé, et par suite au niveau de la réapparition des pulsations au cours de la décompression.

Dès lors, au point de vue de la pente du tracé, trois cas auraient pu se présenter en pratique :

1° L'augmentation de pression due à la persistance du courant uniformisé est *inférieure* à la chute de tension produite par la mise en équilibre du *système clos*, formé par le segment de membre situé en aval de la manchette : *l'ascension du tracé ne doit pas exister*.

2° L'augmentation de pression dans le bout central de l'artère sectionnée et due au courant uniformisé est *égale* à la chute de tension dans le système clos : *le tracé doit être horizontal*.

3° L'augmentation de pression due au courant uniformisé est *supérieure* à la chute de tension dans le système clos : *le tracé doit être oblique ascendant*.

Or les tracés publiés par les auteurs sont toujours *obliques descendants*. — La vitesse d'expérience était telle que la pression du bout central de l'artère sectionnée n'a même pas eu temps d'arriver à son minimum. — En conséquence, nous croyons pouvoir avancer que l'ascension pré-pulsatile du tracé ne peut et ne doit pas normalement exister sur les graphiques de Müller et Blauel.

β) Ou bien le degré de compression de la manchette a été poussé jusqu'à une valeur notablement supérieure à l'extinction des pulsations, c'est-à-dire jusqu'à l'oblitération complète de l'artère par exemple, et dans ces conditions la vitesse même de l'expérience totale n'ayant pas suffi à la mise en équilibre du système clos — 13 et 8 secondes — n'a pas permis l'inscription graphique d'un phénomène aussi délicat que l'ascension pré-pulsatile de la ligne du tracé. Nous avons en effet montré que

pour le rendre visible, il fallait de toute évidence permettre son étalement, c'est-à-dire opérer la décompression d'une façon lentement progressive.

Les expériences faites avec la petite manchette ne sont pas plus démonstratives. Les auteurs, en effet, ont arrêté la compression à un chiffre tel que l'amortissement soit incomplet et permette encore la transmission jusqu'au manomètre de très petites pulsations. D'ailleurs, dans leur esprit, ces épreuves paraissaient concluantes puisque le but de leur travail était de montrer que la large manchette supprime les pulsations, c'est-à-dire le cours du sang et oblitère l'artère à un degré de pression notablement inférieur à celui fourni par la manchette étroite.

c) Si nous étudions la troisième mensuration sanglante faite par les chirurgiens allemands sur une femme de trente-trois ans, au cours d'une amputation du *bras droit*, pour tuberculose du coude, nous constatons que le manomètre élastique, mis en communication avec une canule placée dans l'humérale droite, donne un chiffre de 190 mm. Hg comme valeur maxima de la tension systolique, tandis que la large manchette appliquée à *l'autre bras* fournit un chiffre de 116-118 mm. Hg comme valeur de la pression maximum palpatoire. L'approximation paraissait plus que suffisante aux yeux des auteurs. Il en serait évidemment ainsi, si, au préalable, des mesures comparatives faites aux deux bras, avec l'appareil de Riva-Rocci, avaient permis d'identifier les valeurs des pressions droite et gauche, autant que puisse le permettre d'ailleurs une méthode clinique.

Il est aussi plus que probable qu'une tuberculose du coude, nécessitant l'amputation, n'est pas sans apporter des troubles dans l'état de la circulation du membre, et par suite dans l'état des valeurs de la tension artérielle. D'autre part le traumatisme opératoire produit sûrement des réactions vaso-motrices locales.

C'est pour ces différentes raisons que nous refusons toute espèce d'importance à la troisième expérience des auteurs précités.

Nous nous permettons ici d'ouvrir une parenthèse de rectification.

Gallavardin (¹), induit en erreur par une faute de traduction, a rapporté à l'actif du troisième amputé de Müller et Blauel une série de mensurations dont on ne voit pas bien la possibilité pratique. On aurait *successivement* pris la pression sanglante à l'humérale, à la radiale et dans une branche de l'arcade palmaire superficielle du bras droit de ce même sujet !

Quel est donc le résultat que pourrait donner une canule placée dans une radiale tandis que l'humérale a été sectionnée *antérieurement* ? — car il s'agit de canules simples et non en T. Gallavardin toutefois semble avoir compris les choses de la façon suivante. Il a imaginé, en effet, que la différence anormale de pressions en faveur de la radiale — 109 mm Hg à l'humérale, 115 mm Hg à la radiale — était due simplement à ce que : « les tensions prises au niveau des différentes artères le furent à des intervalles assez éloignés, ce qui explique que des variations de tension aient pu se produire et que la pression de la radiale se trouve plus élevée que celle de l'humérale ».

En réalité et au cours des expériences de Müller et Blauel, l'opérée n° 3 (amputation du bras droit) n'a été l'objet que d'une seule mensuration sanglante, faite d'ailleurs à l'humérale. Le chiffre radial de 115 indiqué par Gallavardin se rapporte à l'opéré n° 2 (amputation du bras droit), tandis que la valeur de 75-90 de la pression de l'artère digitale correspond au sujet n° 1 (amputation du bras gauche); cette prise d'ailleurs a été antérieure à celle de la radiale du même opéré, ainsi que le montre le tableau comparatif publié par les auteurs.

d) La dernière critique que nous adressons au travail des chirurgiens allemands se rapporte à l'interprétation exacte des pressions mesurées, soit par voie sanglante, soit à l'aide de la manchette. Müller et Blauel considèrent après Bing que la pression mesurée avec la manchette représente la *pression latérale* au point considéré et non la pression terminale. Cette considération préliminaire était évidemment nécessaire pour leurs conclusions ! Bing (²) a formulé cette hypothèse en se basant sur le fait suivant : les chiffres de pression fournis par la

(¹) GALLAVARDIN, *Loc. cit.*, 83.

(²) Cité d'après MÜLLER et BLAUDEL, *Loc. cit.*

méthode de Riva-Rocci, avec manchette placée au bras, varient légèrement si l'on produit une réaction vaso-motrice locale par application chaude ou froide sur l'avant-bras exploré. Si, dit-il, la pression mesurée est terminale, c'est-à-dire égale à la pression latérale aortique, elle ne doit pas changer, car les réactions vaso-motrices locales n'ont aucune influence sur l'aorte.

Outre que cet argument commande justement des réserves, nous estimons, au contraire, que la pression mesurée par la méthode de Riva-Rocci, comme d'ailleurs par toutes les méthodes qui interrompent le cours du sang, est une *pression terminale*.

En effet, du seul fait de l'application au bras d'un manchon circulaire pneumatique comprimé à une *valeur telle* que la *circulation veineuse soit interrompue* — et elle l'est sûrement pour des valeurs voisines de M_x , M_n et même très inférieures — tout le réseau vasculaire situé en aval de la compression (artères, capillaires, veines) et aussi le segment artériel compris entre le brassard et la première collatérale supérieure deviennent un système *statique* ou, en d'autres termes, un système fermé.

Pour mettre ce fait, jusque là théorique, en évidence, nous avons réalisé, avec le Professeur Pachon, le type d'expérience suivant : Sur une série de sujets nous avons mesuré systématiquement les différentes pressions artérielles (M_x , M_y , M_n) au bras suivant la technique oscillométrique. Puis chez ces mêmes sujets et immédiatement après, nous avons repris ces mesures après avoir comprimé l'avant-bras avec un deuxième manchon circulaire à une pression telle — 25 à 30 cm. de Hg — que toute circulation soit interrompue.

Dans le second cas où les pressions sont *sûrement terminales*, les chiffres trouvés sont identiques à ceux de la première série d'expériences.

Par conséquent, toutes les pressions (M_x , M_y , M_n) mesurées à l'aide d'une manchette circulaire, quelle que soit la méthode employée, seront des *pressions terminales* et correspondront *pratiquement*, lorsqu'il s'agira de mensurations faites au bras, à la pression *latérale aortique* (*).

(*) Ces données relatives à la valeur terminale de la pression, mais seule-

Loin de nous la pensée que d'un point de vue purement hydraulique la conclusion qui précède soit rigoureusement exacte. Nous savons, en effet, que dans un système de tubes ramifiés de même calibre et de mêmes parois, la pression terminale de l'un d'eux momentanément oblitéré est égale à la pression latérale du tube situé immédiatement en amont. Nous croyons toutefois, étant donnée la légère augmentation de pression de tout l'arbre artériel restant, consécutive à l'oblitération totale d'un membre, qu'il est possible d'identifier, avec une exactitude pratiquement suffisante, la pression terminale d'une humérale comprimée par une manchette avec la pression latérale de l'aorte ou du tronc brachio-céphalique. De même lorsqu'on introduit une canule simple dans une artère sectionnée, la pression mesurée correspond à la pression latérale au niveau de la première collatérale supérieure.

Il résulte donc de ces données physiologiques :

1° Qu'une pression terminale mesurée à la radiale à l'aide d'une canule simple correspond à la pression latérale de l'humérale au pli du coude.

2° Qu'une pression terminale, mesurée à l'avant-bras avec une manchette circulaire, correspond à la pression latérale du tronc brachio-céphalique si l'on opère à droite, de l'aorte si l'on opère à gauche; car dans ces conditions, radiale et cubitale sont oblitérées, d'où immobilisation du courant dans l'humérale.

3° Qu'une pression terminale, mesurée directement dans l'humérale, ou à l'aide d'une manchette, correspond comme précédemment à la pression latérale brachio-céphalique ou aortique.

Par conséquent, dans les expériences 1 et 2 des chirurgiens allemands, les seules qui méritent la discussion, la pression mesurée par la canule radiale correspond à la pression latérale

ment de la pression maximum, avaient été exposées d'un point de vue théorique par différents auteurs et en particulier par Fulchiero, qui paraît être le seul, à notre connaissance, ayant nettement compris le phénomène. (*Le malattia del Cuore*, décembre 1919.)

de l'humérale à sa bifurcation au pli du coude, tandis que la manchette de Riva-Rocci fournit un chiffre correspondant à la pression latérale de l'aorte (opéré n° 1 : bras gauche) ou du tronc brachio-céphalique (opéré n° 2 : bras droit).

Comment se peut-il dès lors que la pression maxima latérale aortique soit ici égale à la pression latérale humérale au pli du coude, résultat contraire aux principes les plus élémentaires de l'hémodynamique ? La réponse s'impose : L'absorption de pression due à l'amortissement ou *usure de l'onde dans le canal résistant* s'est trouvée égale à la différence entre les pressions aortique et humérale.

Il est donc intéressant d'avoir une idée sur la valeur de cette différence. Remarquons dans ce but que Müller et Blauel donnent un tableau comparatif des valeurs des pressions sanglantes de la radiale et d'une artère digitale. La pression systolique oscille pour la radiale entre 115 et 126 mm. Hg, tandis qu'elle n'est que de 75-90 mm. Hg dans l'artère digitale, soit une différence de 36-40 mm. Hg. Or la pression terminale radiale représente la pression latérale humérale au pli du coude, et la pression dans l'artère digitale est égale à la pression latérale de l'arcade palmaire superficielle. Il existe donc dans ce cas particulier une perte de charge de 36 à 40 mm. Hg entre le pli du coude et l'arcade palmaire superficielle et qui correspond, entre ces deux points, aux résistances que les parois artérielles opposent à l'écoulement sanguin. Il existe de même une perte de charge *systolique* entre l'aorte et le pli du coude due aux résistances de ce trajet — trajet plus long que le précédent, mais aussi plus large, donc moins résistant — que l'on peut sans doute sans grosse erreur évaluer au moins à environ 25 mm. Hg.

Nous citerons simplement pour justifier cette dernière hypothèse les chiffres suivants (1) :

Chien.	{ Pression dans l'aorte.....	170 mm. Hg
	{ Pression dans la tibiale.....	130 mm. Hg

(1) Cité d'après GLEY, Traité de physiologie, 1913, 417.

Ce qui signifie désormais :

Pression aorte.....	170 mm. Hg
Pression latérale poplitée....	130 mm. Hg

N'y a-t-il pas analogie hydraulique entre l'aorte et l'humérale au pli du coude d'une part, et l'aorte et la poplitée d'autre part ?

Si nous remarquons encore que les chiffres fournis par la large manchette, dans les expériences des auteurs allemands, sont tous à peu près exactement supérieurs de 10 mm. Hg aux valeurs données par le manomètre élastique, à la radiale, et que, d'autre part, de l'avis sensiblement unanime de très nombreux auteurs, l'absorption de pression par les tissus est égale à environ 10 mm. Hg et quelquefois supérieure suivant la musculature et l'adiposité du sujet, il est tout naturel de constater que la large manchette et la méthode palpatoire peuvent donner des chiffres de pressions identiques à ceux du manomètre ou même inférieurs.

Malheureusement, pour les conclusions des auteurs allemands, l'une des valeurs correspond à la *pression latérale de l'aorte* et l'autre à la *pression latérale de l'humérale au pli du coude*. Et les auteurs les ont identifiées !

Encore une fois la conclusion s'impose : la méthode de Riva-Rocci *sous-estime considérablement* la valeur de la pression maxima ou systolique, et en *résumé* les expériences de Müller et Blauel, lorsqu'on les analyse exactement dans leur déterminisme précis, bien loin de démontrer la valeur de la méthode palpatoire et l'inexactitude de l'oscillométrie, sont au contraire une des preuves qui établissent le mieux l'erreur de la première et témoignent en faveur de la seconde.

B) Expériences de Lian et de Lian et Morel. Critique

1^o *Expérience de Lian* (1). — L'auteur anémie de l'extrémité vers la racine le doigt d'un sujet par l'enroulement d'une bande

(1) C. LIAN, *Paris médical*, décembre 1913.

de caoutchouc. Avant de débarrasser le doigt de sa compression élastique, un brassard pneumatique huméral en relation avec un oscillomètre de Pachon est soumis à une pression de 20 cm. de Hg par exemple. Le doigt dépourvu de sa bande est alors exsangue. La coloration est observée au cours de la décompression brachiale, et tandis que l'oscillomètre présente des oscillations croissantes à partir de 16 cm. Hg, le doigt prend à 12 seulement une coloration rosée, chiffre identique à celui de l'apparition des pulsations radiales.

L'auteur ne considère pas d'ailleurs cette expérience comme absolument démonstrative. Nous en comprenons facilement les raisons. Il est, en effet, de toute évidence que le sang artériel rouge ne pourra manifester sa présence au niveau du doigt momentanément anémié qu'à une valeur de contre-pression très inférieure à Mx, chiffre qui permettra à l'onde de décollement d'avoir l'énergie suffisante pour vaincre les résistances qui séparent l'humérale comprimée du doigt examiné, et surtout l'énergie suffisante pour assurer le mélange du sang artériel et du sang veineux dans une proportion telle que le changement de coloration soit visible au doigt.

En résumé, cette épreuve démontre, au contraire, le retard considérable de la Mx palpatoire sur la Mx oscillatoire, car si le sang colore le doigt à 12, c'est qu'il passe depuis déjà longtemps.

2° *Expérience de Lian et Morel* (1). — Il s'agit cette fois d'expérimentation sur le chien. On entoure la cuisse de l'animal avec une large manchette de Riva-Rocci, reliée à un oscillomètre de Pachon, puis on dénude l'artère tibiale antérieure que l'on prend dans une ligature à sa partie inférieure. La Mx oscillatoire est de 19 par exemple. Le manchon est comprimé jusqu'à un chiffre supérieur à Mx et l'artère sectionnée au-dessus de sa ligature. On constate alors pendant la décompression que l'écoulement sanguin par l'orifice de l'artère commence seulement à 15 cm. Hg et est d'emblée saccadé et rythmé par les batte-

(1) LIAN et MOREL, Société de Biologie, mai 1913.

ments cardiaques. Ce chiffre de 15 correspond d'ailleurs à Mx Riva-Rocci. Cependant, dans quelques cas pour Mx oscillatoire = 19, les auteurs ont vu que le sang commençait à couler, mais sans battements, à 16 tandis que le jet saccadé (Mx Riva-Rocci) n'apparaissait qu'à 15. Il est recommandé, en outre, d'attendre quelques minutes après la compression de la manchette, afin de laisser le segment artériel se vider complètement de son contenu.

Ces expériences semblent donc démontrer, et c'est ainsi que les ont interprétées Lian et Morel, que la circulation est complètement interrompue sous la manchette de Riva-Rocci et que le début du courant sanguin coïncide exactement avec l'apparition des pulsations.

Nous avons repris l'expérience précédente d'après la technique proposée par ses auteurs. Nous avons constaté avec notre maître le Professeur Pachon, et d'ailleurs le raisonnement nous l'avait fait prévoir, que son *déterminisme expérimental n'était pas correctement établi*. En effet, l'écoulement sanguin par l'extrémité libre de l'artère sectionnée est quoi qu'en disent les auteurs, bien difficile, sinon impossible à tarir dans un temps relativement court, par suite de l'état d'équilibre qui s'établit dans le système clos situé en aval de la manchette dont nous parlions dans les premières pages de notre travail, et qui présente maintenant une légère fuite par l'artère sectionnée.

Il nous a donc paru logique d'expérimenter sur un membre amputé rapidement en section plane. Dans ces conditions, tout écoulement sanguin artériel se montre avec une remarquable netteté. Les extrémités artérielles doivent être franchement sectionnées et non déchirées pour éviter la rétraction des tuniques et la coagulation qui apporterait un obstacle, parfois même complet, à la circulation du sang. Nous insistons tout particulièrement sur ce dernier point.

Nous reproduisons ici un tableau résumé de nos expériences faites parfois sur des animaux à sang incoagulable (extrait de têtes de sangsues).

OBSERVATION I. — 6 janvier 1921. Chienne chloralosée, de taille moyenne (11 kilos).

L'oscillomètre et son brassard sont placés à la cuisse droite. Une série de mensurations palpatoires successives de la pression artérielle fournies par l'examen de l'artère saphène externe — la plus grosse de la région — au niveau du cou-de-pied, et faites sans regarder le manomètre donne les chiffres suivants :

1^{er} essai = 11 cm. Hg.

2^e essai = 13 cm. Hg.

3^e essai = 10 cm. Hg.

4^e essai = 9 cm. Hg.

On voit à la suite de cette simple énumération la difficulté d'une détermination palpatoire exacte.

L'animal est laissé au repos pendant quelque temps.

1^o Amputation rapide de la jambe droite immédiatement au-dessous du cou-de-pied sous compression de 17,5 cm. Hg.

1^{er} essai : On éponge la section. La tranche osseuse est absolument pâle. Rien ne passe.

Décompression lente.

13 cm. 5 Hg = Quelques gouttes de sang apparaissent à l'extrémité de l'artère.

11 cm. 5 Hg = Début des pulsations.

2^e essai : Compression à 20 cm. Hg.

Décompression lente.

11 cm. 5 Hg = Quelques gouttes de sang noir.

L'écoulement n'augmente pas, car un caillot obstrue l'artère examinée. Résection du bout de l'artère :

3^e essai : Compression, puis décompression lente :

13 cm. 5 Hg. = Début de l'écoulement continu.

11 cm. 5 Hg. = Apparition des pulsations.

2^o Amputation sous compression du membre antérieur droit. On repère une artère musculaire.

13 cm. Hg. = Début de l'écoulement continu.

11 cm. 5 Hg. = Apparition des pulsations.

De nouveaux essais sont sans résultat, en raison des coagulums qui se forment et aussi de la petitesse de l'artère observée.

3° Amputation de la jambe gauche au niveau du cou-de-pied :

1^{er} essai :

12 cm. Hg. = Début de l'écoulement.

9 cm. 5 Hg = Pulsations et jet.

2° essai :

12 cm. Hg = Ecoulement continu.

10 cm. Hg = Ecoulement saccadé.

OBSERVATION II. — Chienne chloralosée de grande taille (17 kilos). Injection intra-veineuse d'extrait de têtes de sangsues préparé suivant la technique de Contejean. Amputation du membre inférieur droit immédiatement au-dessous du cou-de-pied.

Compression de la cuisse par un large brassard de Recklinghausen relié à un oscillomètre.

1^{er} essai :

22 cm. Hg = Petit écoulement noir par des vaisseaux sous-cutanés de la partie antéro-externe de la section. On éponge. L'écoulement disparaît au bout d'une minute.

Décompression lente et progressive.

16 cm. Hg. = Petit écoulement continu. On éponge.

14 cm. 5 Hg. = Battements. Pulsations du moignon.

2° essai :

22 cm. Hg. = Aucun écoulement. Artériole très visible immobile.

La tranche osseuse est absolument nette. On n'y aperçoit aucune trace d'écoulement sanguin. Nous ignorons l'anatomie des artères nourricières des os de la patte du chien, mais il semble toutefois démontré par cette constatation que les anastomoses entre les artères du périoste et celles de la moelle sont vraiment infinitésimales.

15 cm. Hg. = Début de l'écoulement continu.

13 cm. Hg. 5 = Le moignon artériel est animé de pulsations. Écoulement continu, en bavant, mais qui paraît renforcé au moment des systoles.

Note. — Dans toutes nos expériences, la cuisse ou le membre antérieur de l'animal était systématiquement tondu ras, afin de permettre une application plus exacte de la manchette et diminuer considérablement l'absorption de pression par les tissus interposés.

On voit donc que l'expérience de Lian et Morel, correctement pratiquée, dans des conditions d'observation rigoureusement sûre (amputation), démontre au contraire *la présence d'un courant sanguin uniformisé qui précède l'apparition des pulsations*.

D'ailleurs il est à remarquer que l'expérience de Riva-Rocci se présente chez le chien dans des conditions toutes particulières et anormales de déperdition tangentielle de pression, par rapport aux conditions de cette épreuve chez l'homme. Tandis que chez celui-ci la compression circulaire du bras ou du poignet permet une application normale sur une large étendue, chez le chien, au contraire, la compression conique ne permettra à la contre-pression que de s'exercer sur un point réduit. Dès lors, tandis que dans le premier cas on aura une surface d'amortissement suffisante à uniformiser le courant, chez l'autre, au contraire, la toute petite surface réellement écrasée permet au sang de passer presque immédiatement animé de battements. C'est-à-dire que, en fin de compte, les expériences de *compression conique et oblique* chez le chien ne sont pas immédiatement comparables à celles de *compression cylindrique et normale* chez l'homme et ne sauraient avec exactitude juger ce qui se passe chez celui-ci.

On voit donc en définitive que, outre que les expériences de Lian et Morel, faites dans des conditions de plus sûre observation (amputation), permettent justement de constater l'existence d'un courant sanguin uniforme préalable aux pulsations, il y a tout lieu de penser que les conditions spéciales de l'expérience sur le chien ne permettent encore de voir ce phénomène, quoique existant réellement, que beaucoup plus réduit qu'il n'est en fait chez l'homme.

CHAPITRE IV

L'Oscillométrie, seule méthode de détermination rigoureuse de Mx

§ I. — Les principaux critères de la Maxima. Étude critique

Avant d'aborder l'étude de la détermination exacte de la pression maximum et de montrer la rigueur de l'oscillométrie, correctement interprétée, il nous a paru utile de passer en revue les principaux critères proposés pour la détermination de la Maxima dans cette méthode.

1° **Le critère de Barré et Strohl** ⁽¹⁾ [1917]. — Ces auteurs considèrent après une étude de tracés oscillographiques que le critère de la pression maximum doit être placé en un point correspondant au début de l'ascension du dicrotisme sur la courbe des pulsations.

Leur conclusion est basée sur un raisonnement théorique pur qui paraissait vérifié à leurs yeux par l'épreuve pléthysmographique dont nous avons déjà parlé et dont nous avons montré l'insuffisance.

Comment, dès lors, peut-on expliquer que l'ascension du dicrotisme correspond à un degré de contre-pression notablement inférieur à la pression systolique ? Nous dirons, tout d'abord, que — contrairement à ce qu'ont cru observer les auteurs — le tracé oscillographique correspondant aux pulsations d'infundibulum ne présente jamais sur nos oscillogrammes un dicrotisme

(1) BARRÉ et STROHL, *Loc. cit.*

bas situé et naissant à la base de la branche descendante du tracé. Il occupe, au contraire, une situation apparemment normale. Il ne saurait en être autrement, puisque les variations de pression au niveau de l'infundibulum ne sont autres que les pressions terminales au point considéré, c'est-à-dire les pressions latérales de la première collatérale supérieure. Ce n'est donc point uniquement, comme le pensent Barré et Strohl, la transformation de l'énergie de vitesse en pression latérale qui produit la pulsation d'infundibulum.

Que se passe-t-il maintenant au cours de la décompression ? Dès que la contre-pression devient inférieure à Mx et que, par

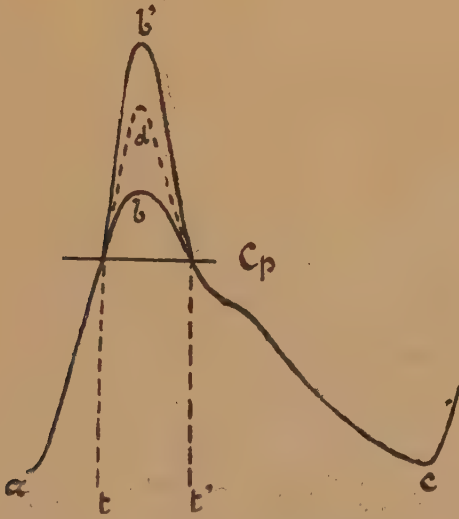


FIGURE VIII. — Schéma de la superposition des ondes

conséquent, apparaissent les premières pulsations de décollement, l'amplitude du tracé oscillographique représente la somme de deux ondes ; l'onde propre d'infundibulum abc à laquelle s'ajoute pendant la période tt' l'onde non dicrote de décollement d (en pointillé sur la figure) et dont la superposition donne naissance à la pulsation résultante $ab'c$. (Voir fig. VIII.)

Aussi longtemps que la contre-pression restera comprise entre

Mx et la valeur de pression correspondant au niveau du dicrotisme, l'oscillation résultante présentera un dicrotisme qui pourra paraître bas situé, par suite de la seule élévation du sommet de la pulsation. Mais dès que le niveau de la contre-pression sera inférieur au niveau du dicrotisme, le tracé oscillographique sera la somme de deux ondes dicrotes et à dicrotisme synchrone. Dès lors, l'amplitude croissante de l'onde propre de décollement au cours de la décompression permet justement la création du phénomène particulier de « l'ascension du dicrotisme ».

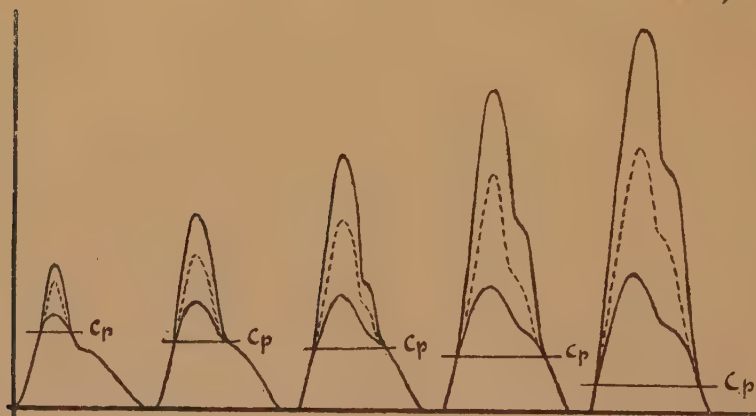


FIGURE IX. — Schéma de la superposition des ondes à des niveaux différents de contre-pression

La *figure IX* représentant schématiquement la superposition des ondes à des phases différentes de contre-pression permet de se rendre facilement compte de la genèse du phénomène.

En résumé, le signe de l'ascension du dicrotisme, considéré comme critère de la Maxima, est, on le voit, un critère nettement sous-estimateur.

2° **Le critère de Mougeot et Petit** ⁽¹⁾. — Ces auteurs considèrent que « le signe de la dépression négative prédicrote est le véri-

(1) MOUGEOT et PETIT, Soc. méd. des hôp. de Paris, 17 décembre 1920.

table critère du moment où on doit lire la tension systolique vraie, sur des oscillogrammes pris avec une bonne technique ».

Nous adressons à cette hypothèse deux objections capitales :

α) Jamais sur nos tracés oscillographiques cliniques nous n'avons constaté la présence du crochet négatif prédicrote, et pourtant la technique que nous employons paraît irréprochable. La capsule oscillographique (type Pachon-Boulitte) dont nous nous sommes servi, en effet, construite sur le principe même de l'oscillomètre, présente par suite une sensibilité maximale et constante. De plus, le style inscripteur constitué par une paille très légère réduit au minimum l'inertie du système.

β) En expérimentant sur le schéma de circulation et en recueillant les oscillogrammes du tube artériel soumis à la décompression, nous avons constaté que dans la plupart des cas le crochet négatif prédicrote était inexistant. Dans quelques rares cas cependant sa présence manifeste était liée à des conditions particulières de rythme ou de vitesse de contraction et de décontraction de la poire cardiaque.

C'est donc le facteur *vitesse*, et par suite la *force vive* du système en mouvement, qui est seul responsable de la présence de cet accident.

Il est donc probable que le crochet négatif prédicrote, signalé par Mougeot et Petit, est un phénomène d'inertie d'ordre instrumental.

3° Le critère oscillométrique classique de la Maxima. — Nous avons déjà montré dans le paragraphe relatif au principe de la méthode de Riva-Rocci, et concernant plus particulièrement la genèse du courant uniformisé, que la formation d'entonnoirs supra-maximaux de dimensions légèrement et progressivement croissantes expliquait la naissance des oscillations peu différenciées, dites pulsations d'infundibulum. Nous avons rappelé également que dès que le niveau de contre-pression devenait inférieur à M_x , à la pulsation d'infundibulum s'ajoutait l'onde propre de décollement pour donner dès lors une zone d'oscillations nettement croissantes.

Il existe donc un angle de jonction des oscillations supra-maximales et des grandes oscillations. Or, c'est là justement le critère classique de la détermination de la Maxima par la méthode oscillométrique que « tout le monde est d'accord pour placer à l'union des grandes oscillations et des oscillations supra-maximales » [Gallavardin ⁽¹⁾] ou à « l'entrée dans la zone des oscillations croissantes » [Pachon ⁽²⁾], c'est-à-dire au changement de pente qui sépare la zone des pulsations d'infundibulum de la zone des pulsations de décollement (Mx sur la *fig. X*). Nous appellerons ce point *l'angle de la Mx*.

Certains auteurs ont prétendu que ce critère de détermination de Mx était d'une lecture difficile, pouvait prêter à de multiples hésitations, et enfin était lié à un fort coefficient d'interprétation personnelle. Il n'en est rien. La lecture de la pression systolique sur une courbe oscillométrique *correctement recueillie* est toujours chose facile. On distingue nettement dans tous les cas l'angle plus ou moins obtus de la Mx. Nous donnons à titre de document une série de courbes oscillométriques et oscillographiques, c'est-à-dire construites d'après des oscillogrammes, prises au hasard dans nos dossiers (*fig. X*).

S'il est vrai que la lecture de la pression maxima, à la seule vue des oscillations de l'aiguille de l'oscillomètre, peut dans quelques cas paraître difficile pour un observateur incomplètement éduqué, sa détermination exacte est toujours possible, grâce à la construction de la courbe oscillométrique.

Quel est donc maintenant le critère expérimental qui permet de poser avec certitude les conclusions précédentes ?

§. II. — La capillaroscopie ⁽³⁾, vérification expérimentale du critère oscillométrique classique de Mx

Nous avons montré, après Moog et Neumann, que ce procédé

⁽¹⁾ GALLAVARDIN, *Loc. cit.*, 140.

⁽²⁾ V. PACHON, La mesure de la pression artérielle par la méthode des oscillations. L'oscillométrie pratique. *Paris médical*, 1^{er} juillet 1911.

⁽³⁾ R. FABRE et P. DELMAS-MARSALET, Sur le contrôle capillaroscopique de l'exactitude de la détermination oscillométrique de la tension artérielle maxima. Réunion Biologique de Bordeaux, 7 juin 1921; in *C. R. Soc. Biol.*

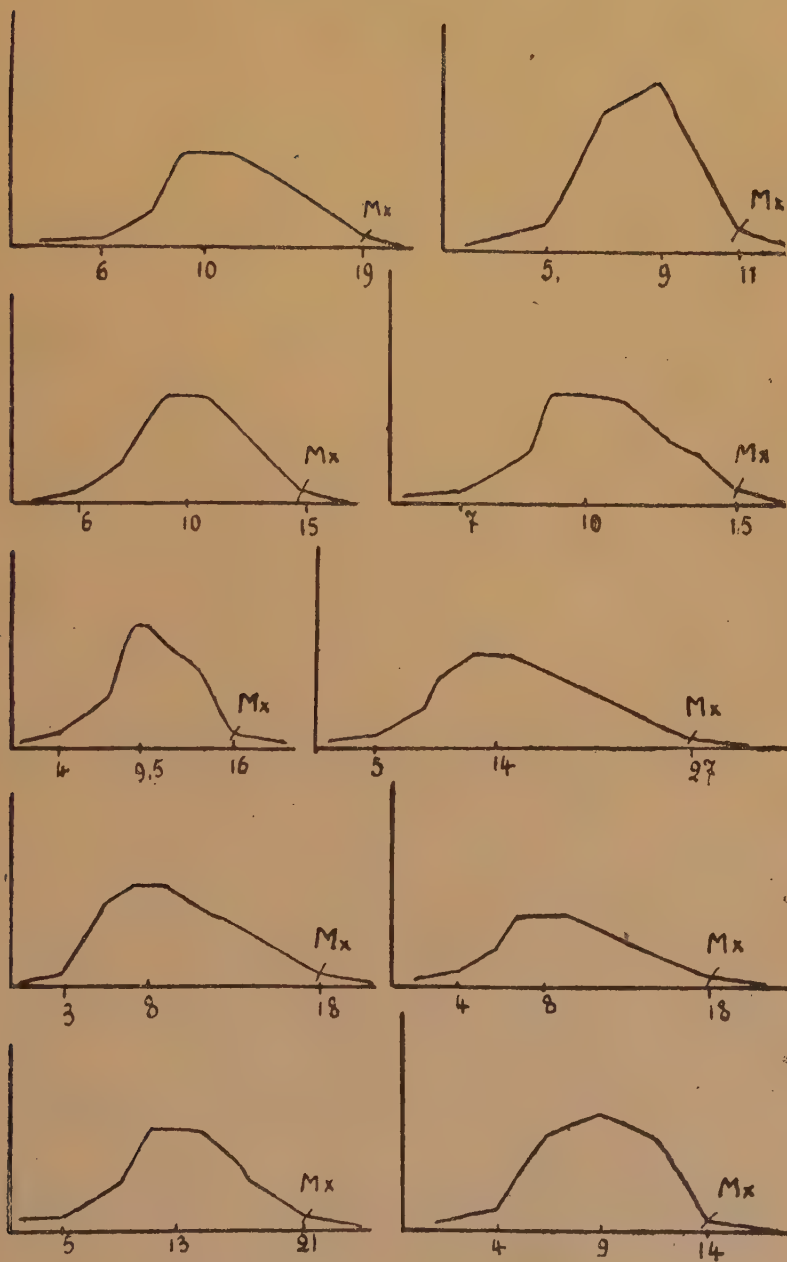


FIGURE X. — Courbes oscillogométriques

microscopique prouve d'une façon indiscutable l'inexactitude de la méthode de Riva-Rocci.

Il nous a paru intéressant et nécessaire de faire l'expérience complémentaire consistant à rechercher, par le contrôle capillaroscopique, l'exactitude de la méthode oscillométrique pour la détermination de la tension artérielle systolique.

Il est incontestable que le chiffre de contre-pression brachiale qui sera nécessaire et suffisant pour produire l'arrêt du courant capillaire sera juste égal à la valeur de la tension artérielle maximum au niveau du segment comprimé.

Avec notre ami, P. Delmas-Marsalet, nous avons donc, au cours de l'épreuve capillaroscopique pratiquée dans des conditions identiques à celles que nous avons déjà indiquées, mesuré d'une part le chiffre de contre-pression correspondant à l'arrêt du courant capillaire progressivement ralenti, et construit d'autre part au même moment la courbe oscillométrique du sujet en expérience.

Dans tous les cas la valeur de contre-pression correspondant à l'angle de la Mx coïncidait exactement avec l'arrêt du courant capillaire.

Par exemple : D. P..., vingt et un ans. Sujet normal.

Arrêt du courant capillaire = 14 cm. Hg.

Mx oscillométrique = 14 cm. Hg.

Mx Riva-Rocci = 11 cm. Hg.

On voit dès lors que l'entrée dans la zone croissante correspond bien sur le diagramme oscillométrique au chiffre exact de la pression maxima, et que les premières oscillations nettement croissantes ne sont pas des pulsations supra-maximales, comme le pense Gallavardin.

En résumé, la capillaroscopie démontre d'une manière décisive l'exactitude de la valeur oscillométrique de la pression maxima, fixée par le critère classique constitué par « l'union des grandes oscillations et des oscillations supra-maximales » (Gallavardin), ou par « l'entrée dans la zone des oscillations croissantes » (Pachon). En d'autres termes, ce critère est constitué par le premier changement de pente de la courbe oscillométrique, ou

par analogie avec le critère de la minima ⁽¹⁾, par la fin d'une zone initiale et distincte d'oscillations peu différenciées et à pente propre.

§ III. — VÉRIFICATION MATHÉMATIQUE DU CRITÈRE OSCILLOMÉTRIQUE CLASSIQUE DE Mx.

Il suffit pour cela de comparer entre elles, et d'après la forme de la courbe du pouls, les différentes pressions maxima, moyenne dynamique ⁽²⁾ et maxima artérielles.

Il est évident que sur une courbe sphymographique la base du tracé représente la tension diastolique, tandis que le sommet des pulsations correspond à la pression systolique et, grâce

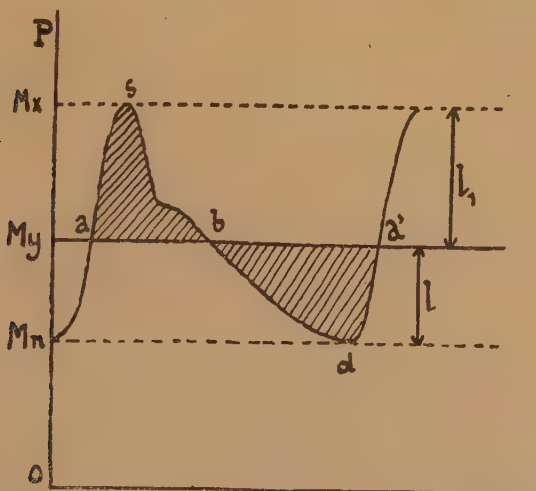


FIGURE XI. — Tracé du pouls rapporté à deux axes de coordonnées

à la connaissance de la pression variable, il est possible de construire les axes des coordonnées correspondant à cette fonction périodique (Voir fig. XI).

⁽¹⁾ V. PACHON et R. FABRE, Sur le critère de la pression minima dans la méthode oscilométrique. *C. R. Soc. Biol.*, 14 mai 1921. Réunion Biologique de Bordeaux, 10 mai 1921.

⁽²⁾ V. PACHON, Sur la détermination oscilométrique de la pression moyenne dynamique du sang dans les artères ou pression efficace artérielle. Réunion Biologique de Bordeaux, 10 mai 1921 ; in *C. R. Biol.*, 14 mai 1921.

Un calcul mathématique, dont la reproduction serait superflue à cette place, nous permet de conclure que la position de la pression efficace ou moyenne dynamique est fixée par une parallèle à l'axe des abscisses, d'ordonnée My , telle que

$$\text{Surface } asb = \text{surf. } bda',$$

ce qui à première vue paraît presque évident.

Il est dès lors possible, lorsqu'on est en possession d'un tracé sphymographique et à l'aide de la connaissance de deux des pressions artérielles mesurées au même moment (soit Mx , My ou My , Mn), de calculer mathématiquement la 3^e inconnue (Mx ou Mn) et de vérifier encore l'exactitude des critères sus-indiqués.

Nous avons procédé de la façon suivante :

La pression moyenne dynamique était déterminée sur le tracé par la méthode des surfaces ou des pesées, c'est-à-dire que sur un tracé sphymographique très exactement agrandi — à l'aide du pantographe sur un carton homogène et d'épaisseur uniforme — et soigneusement découpé, nous cherchions par tâtonnements la position exacte de la ligne My de la figure telle que :

$$\text{Poids surface } asb = \text{poids surface } bda'$$

(nous avons employé pour ces déterminations une balance sensible au 1/10^e de milligramme).

1^o Supposons par exemple Mn et My mesurés par l'oscillomètre et d'après les critères indiqués récemment par notre maître le Professeur Pachon et par nous-même (¹), et soient l et l_1 les hauteurs qui séparent sur le tracé les parallèles correspondant à Mn , My et Mx .

Calculons Mx .

Nous avons :

$My - Mn = X$ cm. Hg (d'après la mesure oscillométrique).

Soit X_1 le nombre de cm. de Hg correspondant à l_1 et par conséquent $= Mx - My$.

$$\text{donc : } \frac{X_1}{X} = \frac{l_1}{l}$$

d'où :

$$X_1 = X \times \frac{l_1}{l}$$

(¹) V. PACHON, et V. PACHON et R. FABRE, *Loc. cit.* Soc. de Biol., 14 mai 1921.

l_i et l sont connues. On les mesure exactement en millimètres sur le tracé. X est également connu.

Il est dès lors facile de calculer X_i , et d'en déduire la valeur de Mx .

$$X_i \text{ cm. Hg} = Mx - My$$

$$Mx = My + X_i$$

Exemple : G. C..., vingt-trois ans. Sujet normal.

Mensurations oscillométriques :

$$Mx = 16 \quad My = 10 \text{ cm. } 5 \quad Mn = 6$$

Sur le tracé sphygmographique agrandi au pantographe, on a :

$$l = 26 \text{ mm.} \quad l_i = 30 \text{ mm. } 8$$

$$\text{D'autre part, } X = My - Mn = 10 \text{ cm. } 5 - 6 = 4 \text{ cm. } 5.$$

$$\frac{X_i}{X} = \frac{l_i}{l}$$

$$X_i = 4 \text{ cm. } 5 \times \frac{30 \text{ cm. } 8}{26}$$

$$X_i = 5 \text{ cm. } 31$$

$$\text{D'où } Mx \text{ calculée} = 10 \text{ cm. } 5 + 5 \text{ cm. } 31 = 15 \text{ cm. } 8.$$

$$Mx \text{ oscillométrique} = 16 \quad Mx \text{ calculée} = 15 \text{ cm. } 8.$$

La valeur de Mx , calculée d'après ce procédé, donne toujours un chiffre égal à celui fourni par la détermination oscillométrique, dans des conditions normales d'extensibilité artérielle.

2° Supposons connues maintenant et grâce à une mesure oscillométrique les valeurs Mx et My .

Il est bien entendu que cette détermination porte sur des courbes différentes de celles employées précédemment.

Par un procédé identique et un calcul analogue, il est facile de déterminer Mn et de montrer l'exactitude du critère que nous utilisons.

$$X_i = Mx - My$$

$$X = My - Mn$$

d'où

$$X = X_1 \times \frac{l}{l_1}$$

donc :

$$Mn = My - X$$

Exemple: M. A..., vingt-quatre ans. Sujet normal.

Mensurations oscillométriques :

$$Mx = 15 \quad My = 9 \text{ cm. } 5 \quad Mn = 7$$

Sur le tracé sphymographique agrandi on a :

$$l = 14 \text{ mm. } 1 \quad l_1 = 30 \text{ mm.}$$

$$\text{D'autre part, } X_1 = Mx - My = 15 - 9 \text{ cm. } 5 = 5 \text{ cm. } 5.$$

$$X = X_1 \times \frac{l}{l_1}$$

$$X = 5 \text{ cm. } 5 \times \frac{14,1}{30} = 2 \text{ cm. } 6$$

$$Mn \text{ calculée} = 9 \text{ cm. } 5 - 2 \text{ cm. } 6 = 6 \text{ cm. } 9$$

$$Mn \text{ oscillométrique} = 7 \quad Mn \text{ calculée} = 6 \text{ cm. } 9$$

Dans ces conditions, la valeur de Mn calculée mathématiquement correspond toujours, dans des conditions normales d'extensibilité artérielle, à la valeur oscillométrique déterminée à l'aide du critère constitué par « le début d'une zone terminale et distincte d'oscillations à pente propre » (Pachon et Fabre).

Des résultats analogues sont fournis par l'expérimentation sur le schéma de circulation.

En résumé, la vérification mathématique, fournie par la comparaison des valeurs oscillométriques respectives de Mn, My et Mx, avec la forme du tracé sphymographique rapporté à ses axes de coordonnées, démontre encore la rigueur des critères que nous utilisons dans nos mesures, et l'exactitude de l'oscillométrie interprétée d'après ces critères.

CONCLUSIONS

A) Justification des critiques adressées à la méthode de Riva-Rocci :

1° La compression circulaire pneumatique d'un segment de membre produit la formation d'un *canal résistant* terminé par deux entonnoirs asymétriques.

2° La résistance opposée par ce canal au passage de l'onde, véritable « poche anévrysmale », provoque l'uniformisation initiale du courant sanguin vainqueur de l'obstacle.

3° L'expérience de Marfan et Dorlencourt, bien loin de démontrer l'exactitude du Riva-Rocci, ne fait que reproduire à un niveau supérieur l'expérience de Pachon.

4° On peut constater, au cours de la décompression humérale, l'apparition au poignet d'oscillations respiratoires précédant les pulsations cardiaques (Pachon et Pons).

5° On constate de même, par la pléthysmo-oscillographie totale et segmentaire, l'ascension pré-pulsatile de la ligne du tracé pléthysmographique, au cours d'une décompression humérale.

6° La capillaroscopie enfin permet de saisir sur le vif la sous-estimation considérable de la méthode de Riva-Rocci.

En résumé, la méthode palpatoire donne pour la valeur de la tension artérielle maxima un chiffre nettement trop bas.

B) La méthode auscultatoire sous-estime également, mais moins que le Riva-Rocci, la valeur de la pression systolique. On peut s'en rendre compte par le graphique de l'intensité des bruits.

C) En ce qui concerne la méthode oscillatoire :

1° Parmi tous les appareils existant, l'oscillomètre de Pachon est le seul qui réponde exactement aux exigences de la méthode.

2° Les expériences de Müller et Blauel, correctement interprétées, témoignent en faveur de l'oscillométrie et démontrent au contraire l'inexactitude du Riva-Rocci.

3° De même les expériences de Lian et Morel, reprises avec une technique adéquate au but qu'elles tendent à atteindre, démontrent l'existence d'un courant sanguin initialement uniformisé, dans l'épreuve de Riva-Rocci.

4° Le critère de Barré et Strohl (ascension du dirotisme) semble sous-estimer la valeur de la tension systolique.

5° Le critère de Mougeot et Petit (crochet négatif prédicrote) paraît lié à une inertie d'ordre instrumental.

6° La capillaroscopie démontre d'une manière décisive l'exactitude du critère oscillométrique classique de M_x , constitué par l'angle de jonction des oscillations supra-maximales et des grandes oscillations.

7° Une vérification mathématique, basée sur la comparaison des valeurs oscillométriques respectives de M_n , M_y , M_x avec le tracé sphymographique, permet encore de montrer l'exactitude du critère classique de M_x .

8° L'oscillométrie est, en définitive, la seule méthode de détermination rigoureuse de M_x .

Vu, et bon à imprimer :

Le Président de Thèse,

D^r V. PACHON.

Vu :

Le Doyen,

D^r C. SIGALAS.

Vu, et permis d'imprimer :

Bordeaux, le 22 juin 1921.

Le Recteur de l'Académie,

R. THAMIN.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION.....	11
CHAPITRE PREMIER. — <i>La méthode de Riva-Rocci. Justification des critiques adressées à cette méthode.....</i>	13
§ I. L'erreur de principe. Uniformisation initiale du courant sanguin.....	13
§ II. Expérience de Marfan et Dorlencourt. Critique.....	22
§ III. Démonstration expérimentale de l'uniformisation du courant sanguin.....	24
1° Ondes respiratoires pré-pulsatiles de Pachon et Pons.....	24
2° Pléthysmo-oscillographie : ascension pré-pulsatile de la courbe.....	26
§ IV. Démonstration directe de l'erreur de principe du Riva-Rocci. La capillaroscopie.....	29
CHAPITRE II. — <i>La méthode auscultatoire.</i>	
Principe. Mécanisme de production des bruits. Inexactitude	32
CHAPITRE III. — <i>La méthode oscillatoire ou oscillométrie sphygmométrique.....</i>	35
§ I. Rappel du principe. Les deux types d'appareils. L'oscillomètre.....	35
§ II. Critique des prétendues vérifications de l'inexactitude de l'oscillométrie.....	36
A) Expériences sanglantes d'O. Müller et Blauel.....	37
B) Expériences de Lian, et Lian et Morel.....	46
CHAPITRE IV. — <i>L'oscillométrie, seule méthode de détermination rigoureuse de Mx.....</i>	52

	Pages
§ I. Les principaux critères de la Maxima. Etude critique.	52
1° Le critère de Barré et Strohl.....	52
2° Le critère de Mougeot et Petit.....	54
3° Le critère classique.....	55
§ II. La capillaroscopie. Vérification expérimentale du critère oscillométrique classique de Mx.....	56
§ III. Vérification mathématique du critère oscillométrique de Mx.....	59
CONCLUSIONS.....	63

